



MODEL SISTEM DINAMIK KETERSEDIAAN LAHAN TERBANGUN DI PROVINSI BENGKULU

Budiman Sakti · Jalal Ikhwan

Abstract. *The high population growth rate of Bengkulu Province compared to national population growth resulted in the phenomenon of reduced land availability in Bengkulu Province. This problem is understood and modeled into the Causal Loop Diagram (CLD), then to simulate the system that has been poured into the CLD diagram model, poured into the Stock Flow Diagram (SFD) using Powersim Studio 10 software which is then tested by Average Mean Error (AME). The study area is predicted to reach 50% of the developed land in 2060, then 60% of the developed land is in 2065 and reaches the environmental carrying capacity threshold that is 70% of the developed land in 2070. The developed land develops beyond the threshold that is 80% of the developed land is predicted to occur in 2076 and 90% of the developed land is predicted to occur in 2085. In line with the increase in built-up land and population, economic activity is also increasing due to high community needs, but on the other hand land availability is decreasing to encourage economic growth.*

Keywords: *Built-Up Area, Dynamic System, Economy, Land Availability*

©2019 Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH.

PENDAHULUAN

Provinsi Bengkulu merupakan salah satu daerah pesisir yang secara geografis berada di sebelah barat pegunungan Bukit Barisan. Batas bagian barat wilayah Provinsi Bengkulu adalah Samudera Hindia dengan garis pantai sepanjang 525 km dengan sebagian besar penduduknya tinggal di wilayah pesisir tersebut (Cahyadinataet al., 2016). Hal ini dapat ditunjukkan dari angka pertumbuhan penduduk Provinsi Bengkulu yaitu sebesar 1,67% pada tahun 2000 hingga 2010. Angka pertumbuhan pun meningkat sebanding pertambahan tahun yaitu menjadi sebesar 1,69% pada tahun 2010 sampai dengan tahun 2016 (BPS Provinsi Bengkulu, 2017). Angka pertumbuhan penduduk tersebut lebih tinggi dari angka pertumbuhan penduduk nasional yaitu sebesar 1,36%. Hal ini terjadi bukan hanya karena tingginya angka kelahiran, melainkan juga dikarenakan tingginya angka migrasi (BKKBN Provinsi Bengkulu, 2018).

Tingkat pertumbuhan pembangunan dan pusat kegiatan ekonomi suatu wilayah dipengaruhi oleh pertumbuhan jumlah penduduk suatu wilayah, kemudian akan

Budiman Sakti(✉)
Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH. Bengkulu
Email : budimansakti63@gmail.com

Jalal Ikhwan
Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH. Bengkulu
Email : ihkwan1296@yahoo.com

meningkatkan kebutuhan akan ruang dan lahan. Pada dasarnya, penduduk memiliki kebutuhan dasar terhadap lahan untuk dijadikan permukiman atau bangunan lainnya untuk melakukan aktivitas sosial ekonomi. Semakin tinggi jumlah penduduk akan menyebabkan kebutuhan akan lahan semakin tinggi, sedangkan luas lahan yang ada bersifat tetap sehingga apabila melewati batas akan terjadi penurunan daya dukung lingkungan (Ariani & Harini, 2012). Daya dukung mencapai kualitas yang baik apabila besaran luas lahan untuk wilayah terbangun berada diantara 30-70% dari keseluruhan lahan yang dapat digunakan. Berdasarkan hal tersebut, perlu adanya prediksi ketersediaan lahan untuk pengendalian lahan terbangun, sehingga rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana prediksi perkembangan ketersediaan lahan terbangun yang semakin berkurang setiap tahunnya dengan menggunakan model sistem dinamik. Model sistem dinamik ini didasari oleh hubungan pertumbuhan penduduk yang dinamis dan ketersediaan lahan untuk wilayah terbangun (Supriatna, 2014). Pemodelan sistem dinamik ini diharapkan dapat membantu kebijakan penataan ruang yang akan datang.

LANDASAN TEORI

Pertumbuhan penduduk merupakan keseimbangan yang dinamis antara kekuatan-kekuatan yang menambah dan kekuatan-kekuatan yang mengurangi jumlah penduduk. Secara terus-menerus penduduk akan dipengaruhi oleh jumlah bayi yang lahir (menambah jumlah penduduk), tetapi secara bersamaan pula akan dikurangi oleh jumlah kematian yang terjadi pada semua golongan umur, begitu juga migrasi dapat berperan menambah dan mengurangi jumlah penduduk. Dapat disimpulkan bahwa pertumbuhan penduduk disebabkan oleh 4 komponen yaitu: kelahiran (fertilitas), kematian (mortalitas), *in-migration* (migrasi masuk), dan *out-migration* (migrasi keluar). Fenomena migrasi sangat mewarnai di beberapa negara berkembang, termasuk di berbagai daerah di Indonesia, terutama dalam konteks, dimana banyak tenaga kerja yang berasal dari daerah pedesaan mengalir ke daerah perkotaan yang umumnya karena motif ekonomi (Tiandi, 2011).

Semakin meningkatnya jumlah penduduk harus didukung dengan daya dukung lingkungan yang memadai sesuai dengan kondisi ekonomi penduduk suatu wilayah. Daya dukung lingkungan yang komprehensif dari suatu wilayah adalah sebuah nilai ambang batas dari populasi manusia dan sumber daya lahan yang dapat mendukung kegiatan manusia pada wilayah tersebut berdasarkan kondisi aksesibilitas dan lingkungan fisiknya (Guo, 2008 dalam Yishao et al., 2013). Daya dukung lingkungan mencapai kualitas yang baik apabila besaran luas lahan yang digunakan untuk wilayah terbangun berada di antara 30-70% dari keseluruhan lahan yang dapat digunakan (Soerjani et al., 2008). Daya dukung dapat digunakan sebagai alat atau ukuran untuk perencanaan pembangunan yang memberikan gambaran mengenai hubungan antar penduduk, penggunaan lahan, dan lingkungan, maka paling tidak, ada dua variabel pokok yang harus diketahui secara pasti untuk melakukan analisis daya dukung (Soerjani et al., 2008), yaitu: a) Potensi lahan yang tersedia (dalam hal ini adalah luas lahan), dan b) Jumlah penduduk.

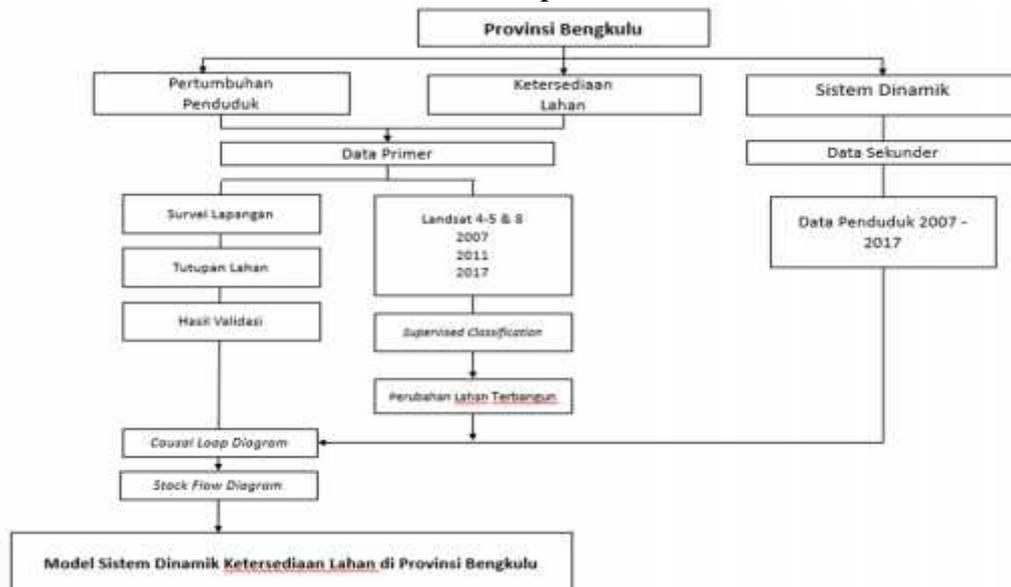
Keterbatasan daya dukung lahan disebabkan oleh penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan kemampuan lahan yang ada, karena itu perlu dijaga penggunaan lahan supaya tidak terjadi kerusakan atau degradasi. Penggunaan lahan yang salah akan memerlukan biaya tinggi untuk memperbaikinya, bahkan jika terjadi degradasi yang bersifat *irreversible*, kerusakan yang terjadi sudah tidak bisa diperbaiki lagi.



Bagaimanapun, penggunaan lahan yang tidak sesuai akan menyebabkan berbagai macam masalah, seperti pelanggaran batas habitat, hilangnya biodiversitas, penurunan kualitas tanah, terancamnya ketahanan pangan, meningkatnya kemiskinan, ketidakcukupan sumber daya, dan masalah sosial lainnya seperti konflik antar golongan, dan kompetisi terhadap perolehan sumber daya yang semakin jarang (Gu et al., 2016 dan Salvacion & Magcale-Macandog, 2015). Kondisi ini menjadikan daya dukung lahan merupakan hal penting yang harus dipertimbangkan dalam penyusunan rencana tata ruang.

Hubungan antara pertumbuhan penduduk yang dinamis dengan ketersediaan lahan yang terbatas dapat digunakan dengan model sistem dinamik. Model sistem dinamik adalah suatu bentuk yang dibuat untuk menirukan suatu sistem atau gambaran (abstraksi) suatu sistem yang kompleks, dinamis, non linear dan memiliki *feedback* dengan menggunakan bantuan perangkat simulasi yang dilakukan oleh pemodel dengan menerapkan siklus permodelan (Soesilo dan Karuniasa, 2014). Sehubungan dengan interaksi tersebut maka dirumuskan *Road Map* Penelitian sebagai berikut:

Gambar 1. Road Map Penelitian



METODOLOGI

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Software* ArcGIS untuk pengolahan data Landsat 4-5 TM dan Landsat 8 OLI terdiri dari proses *Pre-Processing* dan klasifikasi citra dengan menggunakan metode MLC (*Maximum Likelihood Classification*) serta *Software* Power Sim yang digunakan untuk pemodelan sistem dinamik ketersediaan lahan terbangun di Provinsi Bengkulu. Tabel 1 menunjukkan pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan studi kepustakaan atau studi literatur, survei instansional dan survei lapang. Adapun deskripsi dari data-data yang dikumpulkan dapat dijelaskan sebagai berikut:

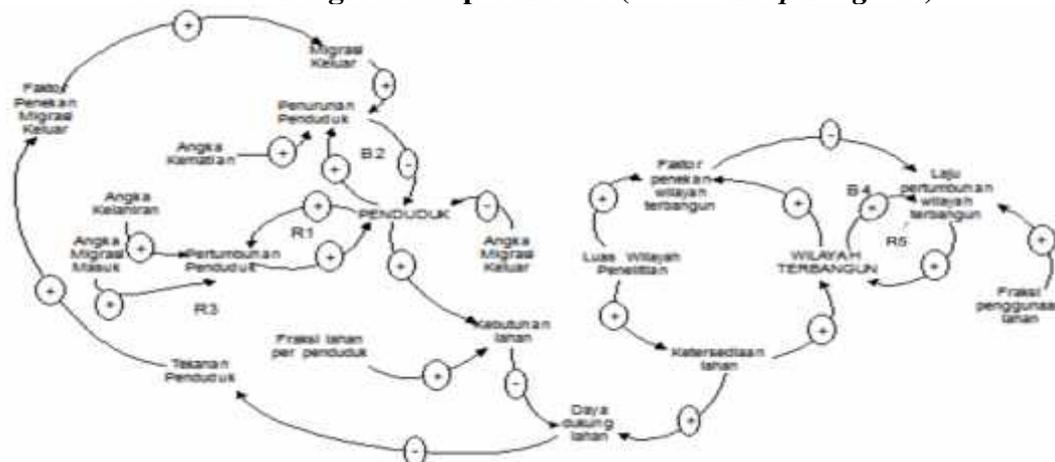


Tabel 1. Teknik Pengumpulan Data

No.	Komponen Data	Sumber Data	Teknik Pengambilan Data
1	Validasi Tutupan Lahan	Survei lapangan	Survei lapangan
2	Citra Landsat 4-5 dan Landsat 8 OLI	United States Geological Survey (USGS) 2007, 2012, 2017	Studi pustaka
3	Administrasi	Badan Pusat Statistik, 2018	Studi pustaka dan survei instansional
4	Kawasan Lindung dan Badan Air	Bappeda/ PUPR Provinsi Bengkulu, 2018	Studi pustaka dan survei instansional
5	Luas Wilayah	Hasil <i>Supervised Classification</i> Landsat 4-5 TM dan Landsat 8 OLI bersumber dari USGS	Studi pustaka dan pengolahan data
6	Kependudukan	BPS Provinsi Bengkulu dan Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Provinsi Bengkulu 2007-2017	Studi pustaka dan survei instansional
7	Rencana Tata Ruang Wilayah	Bappeda/ PUPR Provinsi Bengkulu, 2018	Studi pustaka dan survei instansional

Pengolahan Citra Landsat 4-5 TM dan Landsat 8 OLI terdiri dari proses *Pre-Processing* dan klasifikasi citra dengan menggunakan metode MLC (*Maximum Likelihood Classification*) (Balcik & Kuzucu, 2016). Pengolahan data ini dimaksudkan untuk mendapatkan data luas wilayah terbangun tahun 2007-2017 aktual dan fraksi penggunaan lahan temporal. Data tersebut digunakan untuk melihat tren pertumbuhan wilayah terbangun dan kemudian dapat diproyeksikan dalam model sistem dinamik. Dalam pengolahan data pertumbuhan penduduk dan ketersediaan lahan yang dinamis digunakan model Sistem Dinamik dengan bantuan *software* Powersim Studio 10 seperti gambar di bawah ini.

Gambar 2. Diagram Simpal Kausal (*Causal Loop Diagram*)



Sumber: Supriatna, 2014.



Kemudian dilakukan validasi di untuk mengetahui kesesuaian antara hasil simulasi dengan gejala atau proses yang ditirukan. Apabila kesalahan atau simpangan hasil simulasi terhadap gejala atau proses yang ditirukan kecil, maka model dapat dinyatakan baik. Adapun validasi kinerja model dilakukan dengan metode statistik sederhana, yaitu *Average Mean Error* (AME) antara data hasil simulasi dengan data empirik. Rumus yang digunakan (Muhammadi et al., 2001) adalah:

$$AME = |(S_i - A_i)| / A_i$$

$$S_i = (\sum S_i) / N$$

$$A_i = (\sum A_i) / N$$

Keterangan :

A = Nilai Aktual

S = Nilai Simulasi

N = Unit Waktu

Soesilo dan Karuniasa (2014) mengatakan bahwa model dapat dinyatakan valid jika penyimpangan antara hasil simulasi dan data aktual < 30%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Penduduk dan Perkembangan Lahan Terbangun

Berdasarkan data yang diperoleh, jumlah penduduk di wilayah penelitian menunjukkan penambahan penduduk yang cukup signifikan dalam kurun 10 tahun terakhir. Sejak tahun 2008 hingga tahun 2018 jumlah penduduk meningkat dari 1.616.663 jiwa menjadi 1.934.269 atau meningkat sebesar 317.606 jiwa dalam kurun waktu 10 tahun terakhir. Rata-rata pertumbuhan penduduk di Provinsi Bengkulu adalah sebesar 1.774.831 jiwa atau sebesar 1,80%. Angka pertumbuhan penduduk tersebut lebih tinggi dari angka pertumbuhan penduduk nasional yaitu sebesar 1,36%. Fluktuasi yang terjadi terhadap jumlah penduduk ini terjadi karena sistem kependudukan yang dipengaruhi oleh adanya angka kelahiran, angka kematian, angka migrasi masuk, dan angka migrasi keluar. Jumlah kelahiran dan migrasi masuk mengakibatkan pertumbuhan jumlah penduduk, sementara jumlah kematian dan migrasi keluar mengakibatkan penurunan jumlah penduduk pada wilayah penelitian.

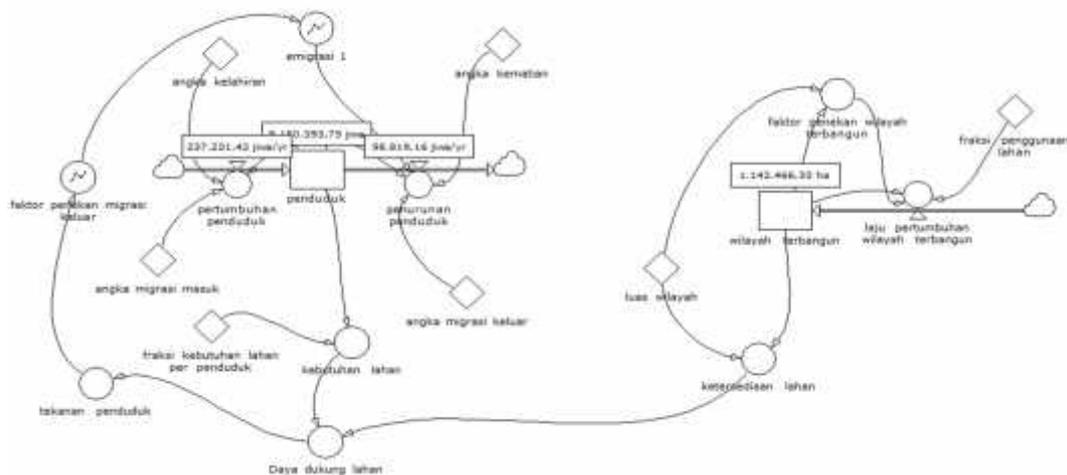
Nilai perkembangan lahan terbangun didapatkan dari luas wilayah terbangun antara tahun 2008, 2012, dan 2018 diperoleh dengan menghitung nilai tengah rata-rata, kemudian persentase perubahan luas didapatkan dengan menghitung selisih antara luas pada suatu tahun tertentu dengan tahun sebelumnya, kemudian dibandingkan dengan luas lahan pada tahun sebelumnya. Hasil prediksi menunjukkan bahwa dalam kurun waktu 10 tahun, luas wilayah terbangun telah meningkat dari seluas 10.147 Ha menjadi 28.904 Ha. Perubahan luas wilayah terbangun terjadi peningkatan sebesar 9,09% per tahun. Peningkatan luas wilayah terbangun ini erat kaitannya dengan pertumbuhan penduduk yang tinggi. Bertambahnya jumlah penduduk maupun kegiatan penduduk telah menuntut bertambahnya ruang untuk mengakomodasi permukiman maupun bangunan-bangunan yang dapat memwadahi kegiatan tersebut. Dalam menentukan lahan untuk dibangun penduduk memilih tempat yang cenderung aman, nyaman, serta strategis untuk memenuhi kebutuhan hidupnya.



Simulasi dan Akurasi Model

Setelah permasalahan dipahami dan dimodelkan ke dalam *Causal Loop Diagram* (CLD), berikutnya untuk melakukan simulasi terhadap sistem yang telah dituangkan ke dalam model diagram CLD, dituangkan ke dalam *Stock Flow Diagram* (SFD) dengan menggunakan *software* Powersim Studio 10. Luas yang digunakan dalam model ini merupakan luas wilayah yang dapat digunakan untuk perkembangan lahan terbangun yaitu selisih antara luas Kota Bengkulu secara keseluruhan dengan badan air dan kawasan lindung sesuai Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Provinsi Bengkulu tahun 2012-2032. Dengan rincian luas badan air dan luas kawasan lindung sebesar 805.716 Ha maka luas wilayah Kota Bengkulu yang digunakan dalam model ini adalah sebesar 1.173.153 Ha.

Gambar 3. Stock Flow Diagram Pertumbuhan Penduduk dan Wilayah Terbangun



Sumber: Data Hasil Penelitian, 2019.

Setelah melakukan simulasi model hubungan pertumbuhan penduduk dan ketersediaan lahan dengan *Stock Flow Diagram* (Gambar 4.3), perlu dilakukan uji akurasi model simulasi agar dapat diketahui tingkat validitas model. Uji akurasi dilakukan dengan menggunakan pengujian *error* sederhana, yakni *Average Mean Error* (AME) antara variabel luas lahan terbangun dengan jumlah penduduk Kurun waktu pengujian akurasi disesuaikan dengan data aktual, yaitu dalam kurun waktu tahun 2008 hingga tahun 2018.

Dikarenakan pada awal simulasi harus menyatakan angka tertentu, maka pada tahun 2008 untuk data aktual dan simulasi memiliki nilai yang sama yaitu sebanyak 1.616.663 jiwa. Pada subsistem penduduk, data aktual penduduk dalam kurun waktu 10 tahun terakhir memiliki rata-rata sebesar 1.741.534 jiwa, jumlah ini tidak menunjukkan perbedaan jauh bahkan hampir sama dengan rata-rata dari hasil simulasi yaitu sebesar 1.769.823 jiwa. Berdasarkan data aktual dan simulasi tersebut, hasil validasi model dengan *Average Mean Error* (AME) antara keduanya menghasilkan angka sebesar 1,62% sehingga model dinyatakan valid dan dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut.



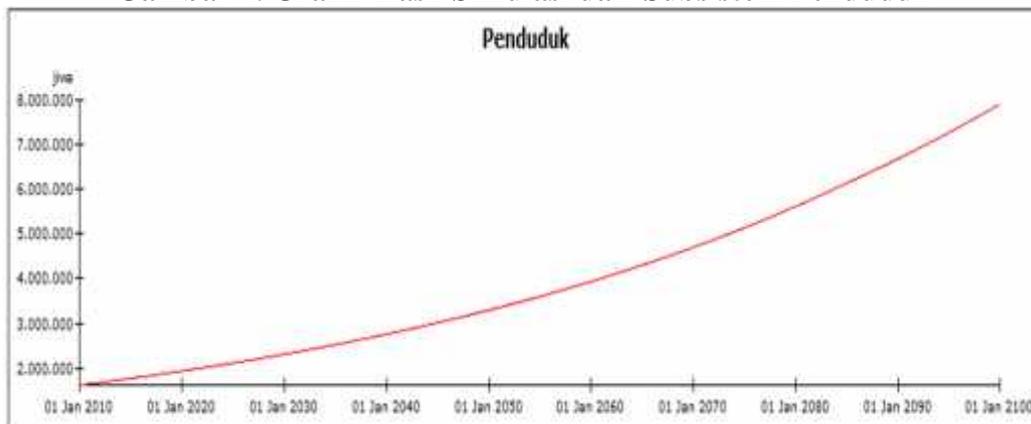
Pada subsistem luas wilayah terbangun, data aktual menunjukkan nilai rata-rata sebesar 16.067,00 Ha, sedangkan rata-rata hasil simulasi menunjukkan angka yang tidak jauh berbeda, yakni 16.511,53 Ha (Tabel 6). Hasil uji AME antara keduanya juga memberikan angka dinyatakan valid dan dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut yakni sebesar 2,76%. Hasil menunjukkan perbandingan antara data aktual dengan hasil simulasi tidak terlihat banyak perbedaan dan cenderung berimpit dari tahun 2007 hingga tahun 2011, namun dari tahun 2012 hingga tahun 2017 meskipun tren simulasi terus menerus naik dibandingkan data aktualnya, dengan nilai AME sebesar 2,76% maka simulasi ini dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut. Baik subsistem jumlah penduduk maupun subsistem lahan terbangun, keduanya menunjukkan rata-rata yang tidak terlalu jauh berbeda. Selain itu, hasil uji AME dari kedua subsistem menunjukkan angka kurang dari 30%. Seperti dikatakan oleh Soesilo dan Karuniasa (2014) model dapat dinyatakan valid jika penyimpangan antara hasil simulasi dan data aktual <30%. Dengan demikian, model simulasi sistem dinamik ini dapat digunakan untuk melakukan prediksi.

Prediksi Pertumbuhan Penduduk dan Ketersediaan Lahan

Simulasi model pertumbuhan penduduk dan ketersediaan lahan dibuat hingga tahun 2100 dengan menggunakan model sistem dinamik, agar dapat diketahui tren dari kedua variabel tersebut. Dari hasil simulasi terlihat bahwa prediksi jumlah penduduk yang dihasilkan oleh model mempunyai pola meningkat dengan perilaku *exponential growth* (Gambar 4). Hal ini menunjukkan bahwa hasil dari awal simulasi yaitu tahun 2008 hingga akhir tahun simulasi yaitu 2100, variabel pertumbuhan penduduk terus meningkat. Pertumbuhan penduduk ini jauh mendominasi daripada jumlah penurunan penduduk (angka kematian dan migrasi masuk) dalam sistem kependudukan ini.

Prediksi wilayah terbangun mempunyai pola meningkat dari tahun ke tahun, yang kemudian mendatar dengan perilaku *sigmoid* (Gambar 5). Subsistem wilayah terbangun dari tahun awal simulasi yaitu tahun 2008 terus meningkat, akan tetapi mulai tahun 2084 laju pertumbuhan wilayah terbangun semakim melambat sehingga terjadi perilaku mendatar. Hal tersebut terjadi karena pada tahun 2084 luas wilayah terbangun mendekati luas wilayah penelitian yaitu telah mencapai 90% dari wilayah penelitian. Pada akhir tahun simulasi memungkinkan ketersediaan lahan di wilayah penelitian akan habis.

Gambar 4. Grafik Hasil Simulasi dari Subsistem Penduduk



Sumber: Pengolahan Data, 2019.



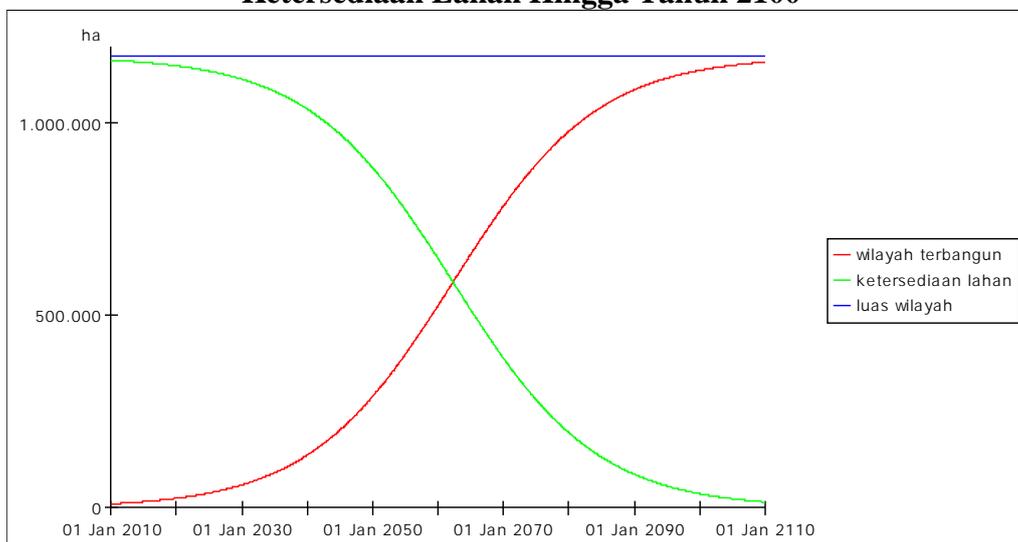
Gambar 5. Grafik Hasil Simulasi dari Subsistem Luas Lahan Terbangun



Sumber: Pengolahan Data, 2019.

Variabel ketersediaan lahan juga berkaitan erat dengan subsistem wilayah terbangun yang sebelumnya telah disimulasikan. Pada subsistem wilayah terbangun, menunjukkan pola sigmoid yang sama dengan ketersediaan lahan, akan tetapi memiliki hubungan yang saling berbanding terbalik. Pada hasil model simulasi, luas wilayah terbangun (grafik merah) terus bertambah dari tahun ke tahun, sementara luas ketersediaan lahan (grafik hijau) semakin menurun. Dikarenakan luas wilayah penelitian (grafik biru) tetap, terutama untuk wilayah terbangun pada wilayah penelitian akan berkurang seiring terjadinya konversi lahan menjadi wilayah terbangun ketersediaan lahan.

Gambar 6. Grafik Hubungan Luas Wilayah, Wilayah Terbangun dan Ketersediaan Lahan Hingga Tahun 2100



Sumber: Pengolahan Data, 2019.

Hubungan ini digambarkan dalam Gambar 6 yang menunjukkan bahwa terdapat titik pertemuan garis perkembangan wilayah terbangun dengan penurunan ketersediaan lahan di wilayah penelitian sekitar pada tahun 2025. Hal tersebut memiliki arti luas wilayah terbangun menempati 50% luas wilayah penelitian. Perpotongan garis antara



ketersediaan lahan dengan wilayah terbangun yang terdapat pada grafik di tahun 2060 menunjukkan bahwa pada tahun tersebut, lahan yang tersedia sudah terbangun seluas 50% (578.497,06 Ha) dari wilayah penelitian dengan jumlah penduduk 4.076.658 jiwa. Kemudian pada tahun 2065 luas wilayah terbangun meningkat menjadi 60% yaitu sebesar 709.975,57 Ha dengan luas ketersediaan lahan 594.656,36 Ha. Angka ini sudah semakin dekat dengan ambang batas daya dukung lingkungan dalam kondisi yang baik, dimana maksimalnya suatu lahan menampung seluas sebesar 70% dari luas totalnya (Soerjani, 2008). Batas daya dukung lingkungan tersebut berada pada tahun 2070 dengan luas wilayah terbangun 829.736,13 Ha dan luas ketersediaan lahan 343.417,30 Ha serta jumlah penduduk 4.870.251 jiwa (Tabel 2).

Persentase luas wilayah terbangun sebesar 80% dan 90% untuk menggambarkan secara spasial luas wilayah terbangun yang akan melambat dan menjadi *sigmoid* yang menunjukkan bahwa lahan terbangun sudah melewati ambang batas. Persentase luas wilayah terbangun sebesar 80% berada pada tahun 2076 dengan luas wilayah terbangun 946.369,36 Ha dan luas ketersediaan lahan 226.784,06 Ha serta jumlah penduduk 5.418.756 jiwa. Kemudian persentase luas wilayah terbangun sebesar 90% berada pada tahun 2084 dengan luas wilayah terbangun 1.051.609,18 Ha dan luas ketersediaan lahan 121.544,24 Ha serta jumlah penduduk 6.241.440 jiwa.

Tabel 2. Hasil Prediksi Simulasi Sistem Dinamik Pada Jumlah Penduduk, Luas Wilayah Terbangun, dan Ketersediaan Lahan

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Luas Wilayah Terbangun (Ha)	Persentase (%)	Ketersediaan Lahan (Ha)
2025	2.187.457	234.057,32	20	1.127.288,70
2051	3.473.617	352.514,26	30	820.639,17
2056	3.796.693	473.338,18	40	699.815,24
2060	4.076.658	578.497,07	50	594.656,36
2065	4.455.822	709.975,57	60	463.177,85
2070	4.870.251	829.736,13	70	343.417,30
2076	5.418.756	946.369,36	80	226.784,06
2084	6.241.440	1.051.609,18	90	121.544,24

Sumber: Pengolahan Data, 2019.

Perkembangan Lahan Terbangun dan Pertumbuhan Ekonomi

Sebagaimana dijelaskan sebelumnya pada Tabel 3, dijelaskan bahwa tutupan lahan berupa wilayah terbangun, dalam kurun waktu 10 tahun terakhir, selalu mengalami peningkatan. Berdasarkan hasil perhitungan luas wilayah terbangun di Provinsi Bengkulu tahun 2008 hingga tahun 2018 disajikan pada Tabel 4 hasil prediksi menunjukkan bahwa dalam kurun waktu 10 tahun, luas wilayah terbangun telah meningkat dari seluas 10.147 Ha menjadi 28.904 Ha.



Tabel 3. Perubahan Luas Wilayah Terbangun dan Perkembangan Ekonomi Provinsi Bengkulu Tahun 2008 hingga 2018

Tahun	Luas Wilayah Terbangun (Ha)	% Luas	PDRB & Pertumbuhan Ekonomi (Juta Rp)	%
2008	10147	0,06	14.502.902,00	12,65
2009	10828	0,06	15.532.607,00	7,10
2010	11332	0,06	16.463.684,46	5,99
2011	11997	0,07	18.368.804,98	11,57
2012	12734	0,07	20.298.912,08	10,51
2013	13583	0,08	22.358.053,10	10,14
2014	15411	0,09	24.604.401,03	10,05
2015	17645	0,10	26.845.611,23	9,11
2016	20134	0,11	29.076.215,65	8,31
2017	24022	0,14	31.359.483,39	7,85
2018	28904	0,16	33.827.176,20	7,87
Rata-Rata Perubahan Luas per Tahun		9,09		9,20

Sumber: Data Hasil Penelitian, 2019.

Data menunjukkan bahwa peningkatan luas wilayah terbangun ini erat kaitannya dengan pertumbuhan penduduk yang tinggi. Meningkatnya jumlah penduduk maupun kegiatan penduduk telah menuntut bertambahnya ruang untuk mengakomodasi permukiman maupun bangunan-bangunan yang dapat mawadahi kegiatan tersebut. Sejalan dengan kondisi tersebut meningkatnya wilayah terbangun di Provinsi Bengkulu akan mendorong kegiatan ekonomi karena semakin meningkatnya kebutuhan masyarakat namun disisi lain semakin berkurang ketersediaan lahan untuk mendorong pertumbuhan ekonomi. Untuk mengatasi masalah tersebut pemerintah Provinsi Bengkulu harus membuat perencanaan pembangunan yang berkesinambungan (*continue*) secara matang untuk mengatasi semakin berkurangnya ketersediaan lahan terbangun di Provinsi Bengkulu.

Berdasarkan Tabel 4 pada periode yang sama tahun 2008 sampai dengan tahun 2018 menunjukkan bahwa rerata luas lahan terbangun di Provinsi Bengkulu sebesar 9,09 persen sedangkan rerata pertumbuhan ekonomi Provinsi Bengkulu berdasarkan harga berlaku adalah sebesar 9,20 persen. Temuan ini menunjukkan bahwa perkembangan rerata lahan terbangun hampir sama dengan pertumbuhan ekonomi di Provinsi Bengkulu, tetapi perkembangan lahan terbangun atau semakin berkurangnya ketersediaan lahan terbangun mulai tahun 2015 hingga tahun 2018 berdampak negatif terhadap pertumbuhan ekonomi di Provinsi Bengkulu yaitu semakin menurunnya pertumbuhan ekonomi.

Kejadian ini dapat di analisis bahwa perkembangan lahan terbangun berkorelasi positif terhadap perkembangan pembangunan perumahan penduduk/tempat usaha (industri) sebagian besar dibangun di atas lahan yang produktif seperti persawahan dan perkebunan sehingga dapat mengurangi pendapatan masyarakat atau pemerintah daerah dari sektor pertanian. Permasalahan ini harus segera di atasi oleh pemerintah daerah baik pemerintah Provinsi maupun pemerintah Kota atau Kabupaten untuk menegakkan



regulasi yang sudah yaitu melarang atau memberikan sanksi kepada pelaku usaha dan masyarakat yang membangun pada lahan yang masih produktif, melakukan intensifikasi pada sektor pertanian, pembangunan rumah/gedung bertingkat untuk mengurangi ketersediaan lahan terbangun.

SIMPULAN

Model sistem dinamik menunjukkan bahwa lahan terbangun dan jumlah penduduk semakin meningkat sedangkan ketersediaan lahan semakin menurun. Wilayah penelitian diprediksi mencapai 50% lahan terbangun pada tahun 2060, kemudian 60% lahan terbangun pada tahun 2065 dan mencapai ambang batas daya dukung lingkungan yaitu 70% dari lahan terbangun pada tahun 2070. Lahan terbangun berkembang melebihi ambang batas yaitu 80% lahan terbangun diprediksi terjadi pada tahun 2076 dan 90% lahan terbangun diprediksi terjadi pada tahun 2085. Sejalan dengan meningkatnya lahan terbangun dan jumlah penduduk, kegiatan ekonomi juga semakin meningkat karena kebutuhan masyarakat yang tinggi, namun disisi lain semakin berkurang ketersediaan lahan untuk mendorong pertumbuhan ekonomi.

Pengendalian pertumbuhan penduduk dan pemanfaatan lahan yang tepat guna perlu dilakukan agar wilayah dapat berkembang sesuai dengan daya dukungnya. Semakin berkembangnya pertumbuhan penduduk dan ekonomi penduduk maka memicu adanya perubahan penggunaan lahan seperti persawahan dan perkebunan menjadi lahan terbangun sehingga perlu regulasi khusus dari pemerintah daerah dalam pembangunan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anputhas, M., A., J., Janmaat, & Nichol, C. F. (2016). *Modelling Spatial Association in Pattern Based Land Use Simulation*. Journal of Environmental Management, 181, 465-476.
- Ariani, R. D., & Harini, R. (2012). *Tekanan Penduduk terhadap Lahan Pertanian di Kawasan Pertanian Kasus Kecamatan Minggir dan Moyudan*. Yogyakarta: Universitas Gajah Madah
- Badan Pusat Statistik. (2017). *Laju Pertumbuhan Penduduk Berdasarkan Provinsi Per tahun*. August 1, 2018. <https://www.bps.go.id/statictable/2009/02/20/1268/laju-pertumbuhan-penduduk-menurut-provinsi.html>
- Balcik, F. B., & Kuzucu, A. K. (2016). *Deermination of Land Cover/Land Use Using SPOT 7 Data with Supervised Classification Methods*. Istanbul: 3rd International GeoAdvances Workshop.
- BKKBN. (2012). *Dasar - dasar Demografi*. Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional
- Budhi Soesilo dan Mahawan Karuniasa, (2014). *Permodelan System Dynamics Untuk Berbagai Bidang Ilmu Pengetahuan Kebijakan Pemerintah dan Bisnis*, Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, Jakarta.
- Cahayadinata I & Arianti, NN. (2016). *Kajian Dampak Pemekaran Wilayah terhadap Kesenjangan Ekonomi Antar Daerah Pesisir di Provinsi Bengkulu*. Jurnal Agriseip Universitas Bengkulu
- Fahimuddin, M.M., Barus, B., Mulatsih, S. (2016). *Analisis Daya Dukung Lahan di Provinsi Baubau, Sulawesi Tenggara*. Jurnal Tataloka. 18(3): 183-196



- Gu, W., Guo, J., Fan, K., & Chan, E. H. (2016). *Dynamic Land Use Change and Sustainable Urban Development in Third-tier City within Yangtze Delta*. *Procedia Environmental Sciences*, 36, 98 – 105. [http:// support.esri.com /en/knowledgebase/ GISDictionary/search](http://support.esri.com/en/knowledgebase/GISDictionary/search)
- Johnson, B.G. and Zuleta, G.A. (2013). *Land-use Land-cover Change and Ecosystem Loss in the Espinal Ecoregion, Argentina*. *Journal of Agriculture, Ecosystems and Environment*, 181: 31– 40, Elsevier
- Kumar, P. (2009). *Assessment of Economic Drivers of Land Use Change in Urban Ecosystems of Delhi, India*. *Springer Science & Business Media*, 38(1): 5-9.
- MacDonald R (2005) *How Women Were Affected by the Tsunami: A Perspective from Oxfam*. *PLoS Med* 2(6): e178. [https:// doi.org/1 0.1371/ journal.pmed. 0020178](https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0020178)
- Mohamed, I. (2011). *Statiscal Approaches and System Dynamics*. Social Science Research Network
- Muhammadi, M., E. Aminullah. dan B. Soesilo. 2001. Analisis Sistem Dinamis: Lingkungan Hidup, Sosial, Ekonomi, Manajemen. UMJ Press, Jakarta.
- Poeradiredja, Ammar Asfari Ruby. (2017). *Model Dinamika Spasial Hubungan antara Pertumbuhan Penduduk dengan Ketersediaan Lahan di Kabupaten Cianjur Bagian Utara Provinsi Jawa Barat*. Prociding at Industrial Research Workshop and National Seminar (IRWNS)
- Pontoh, N.K. dan Sudrajat, D.J. (2005). *Hubungan Perubahan Penggunaan Lahan Dengan Limpasan Air Permukaan: Studi Kasus Provinsi Bogor*. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Provinsi*. 16(3): 44-56.
- Soerjani, Moh., Rofiq, A., & Munir, R.(2008). *Lingkungan: Sumberdaya Alam dan Kependudukan dalam Pembangunan*. Jakarta: UI-Press
- Supriatna, Supriatna, J., Koestoer, R. H., & Takarina, N. D. (2016). *Spatial Dynamics Model for Sustainability Landscape in Cimandiri Estuary, West Java, Indonesia*. *Journal Procedia Social and Behavioral Sciences*, 227, 19-30
- Supriatna. (2014). *Penerapan System Dynamics Berbasis Sistem Informasi Geografis Untuk Model Ketersediaan Lahan Kawasan Estuari Cimandiri, Jawa Barat*. Depok: Departemen Geografi FMIPA UI.
- Supriharyono. (2000). *Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang*. Jakarta: Djambatan.
- Surni, Baja, S., & Arsyad, U. (2015). *Dinamika Perubahan Penggunaan Lahan, Penutupan Lahan, terhadap Hilangnya Biodiversitas di DAS Tallo, Sulawesi Selatan*. Makassar: PROS SEM NAS MASY BIODIV INDON Volume 1, Nomor 5, Agustus 2015.
- Tiandi, Aldi. (2011). *Pertumbuhan Penduduk dan Pola Permukiman di Provinsi Cilegon Tahun 1997-2009*. Depok: Departemen Geografi. FMIPA, Universitas Indonesia.

