

DINAMIKA KERUANGAN PESISIR KOTA KUPANG PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR

Spatial dynamics of coastal area in Kupang City of East Nusa Tenggara Province

Yakobus C.W Siubelan^a, Kukuh Murtilaksono^b, Djuara P. Lubis^c

^a Program Studi Ilmu Perencanaan Wilayah, Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680—aries_siubelan@yahoo.com

^b Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

^c Departemen Komunikasi dan Pembangunan Masyarakat, Fakultas Ekologi Manusia, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

Abstract. *This research aims to 1) analyze the dynamics of land use change in the coastal area of Kupang and 2) study the relationship of land use change, population growth, and incremental of garbage (during 1999-2030), and 3) formulate policy of the development of coastal areas. Analysis of land use change using geographic information system (GIS) and analysis of dynamic systems were applied in this research. The result showed that there has been a significant land use change during periode of 1999 - 2013. Dryland farming/shrub drastically decreased and being converted into residential area of 836.53 ha changes. The land use simulation of 2030 shows that the residential area reached to 3.337.05 ha, more than the existing area as 3,163 .48 ha. The changes has highly related to population growth and garbage volume, therefore it needs strong comprehensive policy including tightening of development permission, development of vertical housing and increasing for garbage storage facility and its transporter.*

Keywords: *land use change, coastal area of Kupang City, dynamic systems*

(Diterima: 26-03-2015; Disetujui: 11-05-2015)

1. Pendahuluan

Wilayah pesisir memiliki sumber daya alam dan jasa lingkungan yang sangat kaya, termasuk di dalamnya sumberdaya lahan sehingga sangat strategis bagi kepentingan pembangunan dalam berbagai sektor. Oleh karena itu sangat penting untuk ditinjau dari segi perencanaan dan pengelolannya. Hal tersebut berkaitan dengan salah satu kebijakan utama pemerintah pusat mengenai kemaritiman yaitu pemanfaatan secara lebih maksimal potensi kelautan Indonesia dengan bijak tanpa merusak lingkungan dan ekosistemnya.

Sebagai Ibu Kota Provinsi Nusa Tenggara Timur dan kota tepi pantai, Kota Kupang juga mengalami pengembangan dan pembangunan yang pesat. Pembangunan tersebut telah menciptakan perubahan terus-menerus, salah satunya adalah perubahan pada ruang terbuka hijau yang terus berkurang (Lestari, 2013), hal tersebut juga terjadi pada kawasan pesisirnya. Menurut Baun (2008) meningkatnya ruang-ruang terbangun pada kawasan pesisir Kota Kupang menimbulkan banyak permasalahan antara lain; meningkatnya pembangunan kawasan hotel dan restoran pada jalur hijau sempadan pantai dan ruang terbuka hijau yangutupan lahannya melebihi dari aturan yang ada (15%) dan sebagian besar limbahnya dibuang langsung kelaut kemudian menurunnya luas lahan hutan bakau yang diakibatkan pembukaan tambak garam tradisional, limbah minyak dari kapal nelayan, dan pemanfaatan kayu bakau oleh masyarakat sekitar.

Kemudian permasalahan sampah disekitar permukiman pesisir yang semakin bertambah

Esensi permasalahan pada kawasan pesisir Kota Kupang, antara lain terjadinya alih fungsi lahan yang cepat, oleh karena pertumbuhan dan aktivitas penduduk yang juga berdampak pada peningkatan volume sampah, ketiga komponen tersebut memiliki hubungan keterkaitan dan menimbulkan dinamika permasalahan pada kawasan tersebut.

Dalam penataan dan pengelolaan wilayah pesisir peranan SIG sangat penting dalam mengkaji dan memantau setiap perkembangan yang terjadi di wilayah tersebut dengan menggunakan data yang kontinyu dan teknologi sehingga mampu menggambarkan wilayah pesisir dengan baik. Gambaran yang dihasilkan adalah peta penggunaan lahan dengan tujuan untuk melihat sebaran spasial dinamika perubahan penggunaan lahan yang terjadi pada kawasan pesisir Kota Kupang.

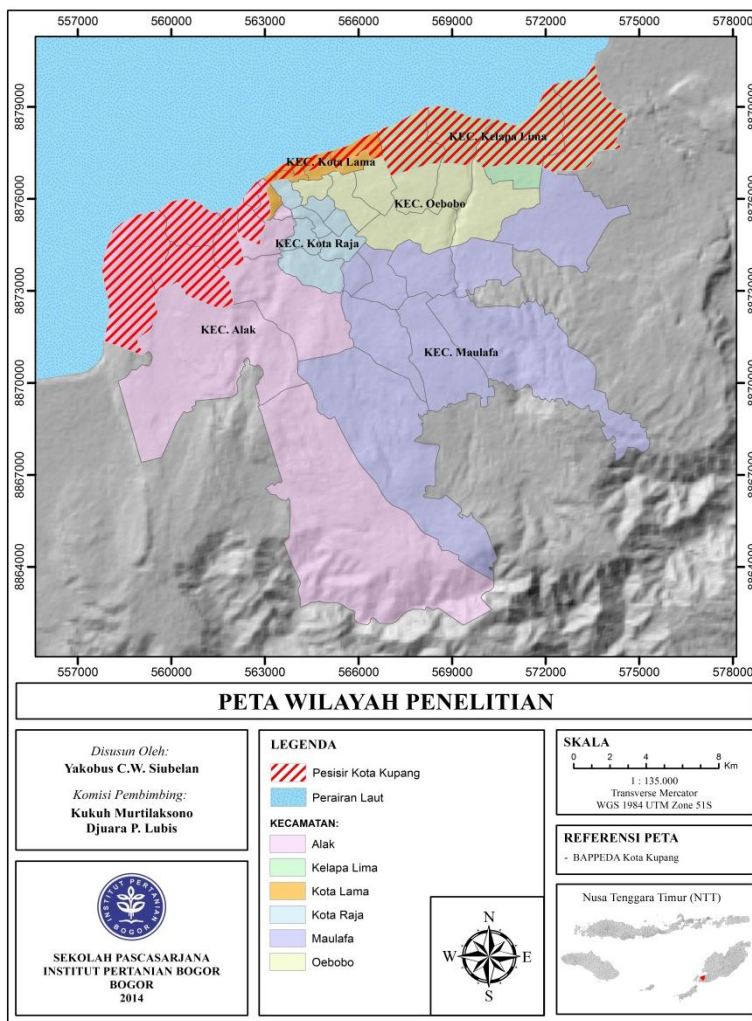
Kemudian lewat aplikasi sistem dinamik atau pendekatan sistem adalah untuk memprediksi lebih jauh perkembangan dan perubahan penggunaan lahan dari waktu ke waktu serta melihat hubungan keterkaitan antara komponen (luas penggunaan lahan, pertumbuhan penduduk dan volume sampah) pada kawasan pesisir Kota Kupang. Pendekatan sistem melalui pemodelan sistem dinamik sangat membantu pemahaman terhadap sistem yang kompleks dalam rentang waktu tertentu dan sangat cocok digunakan dalam mengkaji sistem alam yang kompleks (Forrester 1998;

White dan Engelen 2000; Sterman 2002; Deal dan Schunk 2004; Elshorbagy et al. 2005; Yufeng dan ShuSong 2005), seperti pada wilayah pesisir.

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis dinamika perubahan penggunaan lahan yang terjadi pada kawasan pesisir Kota Kupang selama periode tahun 1999 – 2013; dan (2) mengkaji keterkaitan antara perubahan penggunaan lahan, pertumbuhan penduduk, dan jumlah peningkatan sampah di kawasan pesisir Kota Kupang periode tahun 1999 – 2030; (3) merumuskan arahan kebijakan pengembangan kawasan pesisir Kota Kupang.

2. Metodologi

Penelitian ini dilakukan selama bulan April 2013 hingga September 2014 dengan fokus penelitian pada pengembangan dan pemanfaatan ruang di kawasan pesisir Kota Kupang, Provinsi Nusa Tenggara Timur yang terdiri dari 3 kecamatan dan terbagi dalam 15 kelurahan pesisir dengan luas total 12.695 ha.



Gambar 1. Peta wilayah penelitian (sumber: Bappeda Kota Kupang dan hasil analisis)

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari wawancara dan pengisian kuesioner kepada *stakeholder* yang terdiri dari masyarakat pesisir, pemerintah daerah dan pihak swasta. Adapun tujuan dilakukannya wawancara dan pembagian kuesioner adalah untuk mengetahui sejauh mana perkembangan dan perubahan yang terjadi pada kawasan pesisir. Data sekunder meliputi seluruh informasi pendukung yang berhubungan dengan penelitian antara lain; data Citra *Landsat* ETM+ tahun 1999, 2006 dan 2013 yang diperoleh dari BIOTROP, peta tematik, dokumen perda No. 11 tahun 2011 tentang RTRW,

data statistik umum dan perekonomian dari tahun 1999 – 2011.

Penelitian ini menggunakan dua metode analisis data yaitu: (1) Analisis perubahan penggunaan lahan menggunakan aplikasi SIG melalui operasi tumpang tindih (*overlay*) merupakan salah satu kegunaan dari pemanfaatan metode penginderaan jauh. Tahapan analisis yang dilakukan meliputi persiapan citra (koreksi geometrik dan radiometrik), klasifikasi citra dengan metode *supervised* dan pembuatan *layout* peta penggunaan lahan. Analisis deteksi perubahan penggunaan lahan tiap titik tahun (1999, 2006, 2013) dilakukan setelah diperoleh peta penggunaan lahan pada masing masing tahun dengan cara membuat

matriks transformasi yang dapat mendeteksi perubahan penggunaan lahan ke perubahan lainnya termasuk luas dan sebarannya. Pola perubahan penggunaan lahan yang terjadi pada kawasan pesisir Kota Kupang diperoleh berdasarkan *overlay* antara peta penggunaan lahan tahun 1999, 2006 dan 2013. (2) Analisis Sistem Dinamik menggunakan aplikasi sistem atau pendekatan sistem. Analisis ini merupakan pemodelan yang bertujuan untuk memprediksi perubahan yang terjadi pada masing-masing komponen yang terdiri dari luas penggunaan lahan, jumlah penduduk, dan volume sampah yang secara kasat mata dapat diamati di wilayah penelitian. Pembentukan model dinamika perubahan penggunaan lahan di kawasan pesisir Kota Kupang dibangun berdasarkan logika hubungan dan interaksi antara komponen-komponen yang memiliki keterkaitan dan memberikan pengaruh dalam hal penambahan dan pengurangan pada masing-masing komponen tersebut. Sistem dinamik atau pendekatan sistem dinamik ini bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan kompleks yang terjadi pada kawasan pesisir antara lain alih fungsi lahan yang cepat, pertumbuhan penduduk serta peningkatan volume sampah. Lucas (1993) menyatakan bahwa pendekatan sistem dapat digunakan sebagai dasar dalam menyelesaikan permasalahan yang kompleks dan melibatkan berbagai pihak yang berkepentingan, sehingga dapat menghasilkan sesuatu yang lebih bermanfaat.

Pembentukan model didasarkan pada hubungan masing-masing komponen yang saling berinteraksi misalnya, peningkatan jumlah penduduk yang terjadi setiap tahunnya di kawasan pesisir Kota Kupang tentu saja akan meningkatkan permintaan lahan untuk permukiman. Peningkatan jumlah penduduk dan semakin meningkatnya permukiman pada kawasan pesisir Kota Kupang dengan sendirinya akan memberikan tekanan terhadap lingkungan pesisirnya salah satunya adalah peningkatan volume sampah. Sampah dihitung berdasarkan jumlah sampah perkapita yaitu 1.02 Kg/jiwa/hari (DKP 2014).

Data tahun yang digunakan dari masing-masing komponen adalah data tahun 1999. Pemilihan tahun tersebut disesuaikan dengan hasil interpretasi citra *Landsat* yang diawali pada tahun yang sama (1999) dan sekaligus merupakan gambaran aktual lapangan yang disimulasikan kedalam pemodelan guna memprediksi perkembangan masing-masing komponen dari waktu ke waktu (1999 – 2030).

Dalam pemodelan, hasil simulasi adalah perilaku variabel yang diinteraksikan dengan bantuan komputer. Validasi model dilakukan dengan membandingkan antara besar dan sifat kesalahan dapat digunakan (Muhammadi, Aminullah, Soesilo, 2001); 1) Absolute Mean Error (AME) adalah penyimpangan antara nilai rata-rata hasil simulasi terhadap nilai aktual, 2) Absolute Variation Error (AVE) adalah penyimpangan nilai variasi simulasi terhadap aktual. Nilai AME dan AVE dikatakan valid jika hasil ujinya sesuai dengan batas penyimpangannya yaitu dibawah 10%.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Dinamika Perubahan Penggunaan Lahan

Berdasarkan hasil interpretasi visual citra *Landsat*, kelas penggunaan lahan di kawasan pesisir Kota Kupang terdiri atas 7 (tujuh) kelas penggunaan lahan, yaitu: hutan bakau, hutan kota, ladang/tegalan/belukar, permukiman, sawah, tanah kosong dan perairan/tubuh air.

Secara struktur penggunaan lahan luas penggunaan lahan di Kawasan Pesisir Kota Kupang tampak mengalami dinamika perubahan yang berbeda-beda pada masing-masing kelas penggunaan lahannya dan selama periode tahun 1999 – 2013 jenis penggunaan lahan yang paling dominan dalam luasannya adalah permukiman dan beberapa jenis penggunaan lahan yang mengalami penurunan luasannya adalah ladang/tegalan/belukar, hutan bakau dan sawah. Ladang/tegalan/belukar adalah jenis penggunaan lahan yang paling tinggi penurunan luas lahannya dan sebagian besar dikonversi menjadi penggunaan lahan permukiman dengan besar perubahan 836.53 ha. *Trend* dinamika luas perubahan penggunaan lahan tertera pada Tabel 1.

Sedangkan jenis penggunaan lahan hutan kota dan tanah kosong mengalami fluktuasi dalam luasannya. Meningkatnya luas lahan permukiman merupakan indikasi terjadinya alih fungsi lahan pada kawasan pesisir Kota Kupang.

Pola perubahan suatu jenis penggunaan lahan menjadi penggunaan lahan lainnya dapat ditempuh dengan matrik perubahan penggunaan lahan yang sebelumnya dihasilkan dari proses *overlay* sehingga dapat dibandingkan masing-masing 3 titik tahun tersebut. Matrik perubahan penggunaan lahan terbagi dalam 2 periode yakni, periode tahun 1999 – 2006 dan periode tahun 2006 – 2013 yang masing-masing disajikan dalam Tabel 2 dan Tabel 3.

Matrik perubahan penggunaan lahan pada masing-masing periode menunjukkan bahwa dari 7 jenis penggunaan lahan yang ada hanya jenis penggunaan lahan permukiman dan perairan/tubuh air yang tidak mengalami perubahan bentuk menjadi penggunaan lahan lain sedangkan 5 jenis penggunaan lahan lainnya mengalami perubahan bentuk menjadi penggunaan lahan lain.

Tabel 2 menunjukkan bahwa jenis penggunaan lahan ladang/tegalan/belukar paling besar di konversi menjadi permukiman sebesar 586.15 ha, kemudian menjadi hutan kota sebesar 417.48 ha dan menjadi tanah kosong sebesar 332.77 ha. Hal yang sama juga terjadi pada lahan hutan bakau, hutan kota dan sawah yang masing-masing di konversi mejadi permukiman.

Memasuki periode tahun 2006 – 2013 (Tabel 3) menunjukkan pola yang sedikit lebih beragam, dimana lahan permukiman lebih dominan dalam mengkonversi hampir seluruh jenis penggunaan lahan yang terdapat pada kawasan pesisir Kota Kupang. dan lahan yang paling besar dikonversi menjadi lahan permukiman adalah ladang/tegalan/belukar.

Tabel 1. Dinamika luas perubahan penggunaan lahan periode tahun 1999-2013

| | Penggunaan Lahan | Hutan Bakau | Hutan Kota | Ladang/tgln | Permukiman | Perairan /tubuh air | sawah | Tanah Kosong | Jumlah |
|-----------------------------|------------------|-------------|------------|-------------|------------|---------------------|--------|--------------|----------|
| Tahun 1999 | Luas (ha) | 18.96 | 255.09 | 2.235.45 | 473 | 57.61 | 19.54 | 103.81 | 3.163.48 |
| | % | 0,60 | 8,06 | 70,66 | 14,95 | 1,82 | 0,62 | 3,28 | 100 |
| Tahun 2006 | Luas (ha) | 14.26 | 650.41 | 913.23 | 1.098.12 | 61.68 | 18.05 | 407.72 | 3.163.48 |
| | % | 0,45 | 20,56 | 28,87 | 34,71 | 1,95 | 0,57 | 12,89 | 100 |
| Tahun 2013 | Luas (ha) | 7.19 | 530.85 | 653.99 | 1.536.34 | 65.04 | 7.47 | 362.59 | 3.163.48 |
| | % | 0,23 | 16,78 | 20,67 | 48,56 | 2,06 | 0,24 | 11,46 | 100 |
| Perubahan Tahun 1999 - 2006 | Luas (ha) | -4.7 | 395.31 | -1.322.21 | 625.11 | 4.07 | -1.49 | 303.91 | |
| | %* | -0.18 | 14.88 | -49.77 | 23.53 | 0.15 | 0.06 | 11.44 | |
| Perubahan Tahun 2006 - 2013 | Luas (ha) | -7.07 | -119.55 | -259.24 | 438.22 | 3.36 | -10.59 | -45.13 | |
| | %* | -0.80 | -13.54 | -29.35 | 49.62 | 0.38 | -1.20 | -5.11 | |
| Perubahan Tahun 1999 - 2013 | Luas (ha) | -11.77 | 275.76 | -1.581.46 | 1.063.33 | 7.43 | -12.08 | 258.78 | |
| | %* | -0.37 | 8.59 | -49.26 | 33.12 | 0.23 | 0.38 | 8.06 | |

Tabel 2. Matrik pola perubahan penggunaan lahan periode tahun 1999 - 2006

| Perubahan Penggunaan Lahan 1999 - 2006 | Luas Tahun 2006 (ha) | | | | | | | Jumlah Tahun 1999 (ha) |
|----------------------------------------|----------------------|--------|--------|---------|--------|-------|--------|------------------------|
| | HB | HK | LTB | PMK | TBHair | SWH | TK | |
| Hutan Bakau (HB) | 14.26 | - | - | 1.08 | 3.53 | - | 0.09 | 18.96 |
| Hutan Kota (HK) | - | 178.10 | 17.43 | 33.61 | - | - | 25.95 | 255.09 |
| Ladang/tgln/bkr (LTB) | - | 417.48 | 895.02 | 586.15 | - | 4.03 | 332.77 | 2,235.45 |
| Permukiman (PMK) | - | - | - | 473.00 | - | - | - | 473.00 |
| Perairan/Tubuh Air (TBHair) | - | - | - | - | 57.61 | - | - | 57.61 |
| Sawah (SWH) | - | 8.89 | 0.79 | 4.28 | 0.54 | 4.78 | 0.27 | 19.54 |
| Tanah Kosong (TK) | - | 45.93 | - | - | - | 9.24 | 48.64 | 103.81 |
| Jumlah Tahun 2006 | 14.26 | 650.41 | 913.23 | 1098.12 | 61.68 | 18.05 | 407.72 | 3.163.48 |

Tabel 3. Matrik pola perubahan penggunaan lahan periode tahun 2006 - 2013

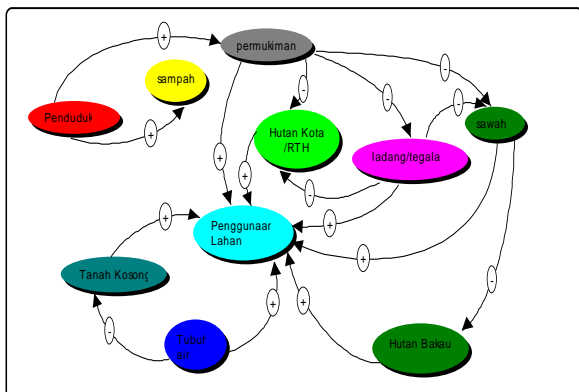
| Perubahan Penggunaan Lahan 2006 - 2013 | Luas Tahun 2013 (ha) | | | | | | | Jumlah Tahun 2006 (ha) |
|----------------------------------------|----------------------|--------|--------|----------|--------|------|--------|------------------------|
| | HB | HK | LTB | PMK | TBHair | SWH | TK | |
| Hutan Bakau (HB) | 7.19 | 4.77 | - | 0.63 | 1.67 | - | - | 14.26 |
| Hutan Kota (HK) | - | 445.84 | 61.07 | 140.70 | 0.18 | 2.63 | - | 650.41 |
| Ladang/tgln/bkr (LTB) | - | 69.88 | 592.57 | 250.38 | 0.08 | 0.33 | - | 913.23 |
| Permukiman (PMK) | - | - | - | 1.098.12 | - | - | - | 1.098.12 |
| Perairan/Tubuh Air (TBHair) | - | - | - | - | 61.68 | - | - | 61.68 |
| Sawah (SWH) | - | 4.50 | 0.36 | 6.44 | 0.71 | 3.88 | 2.16 | 18.05 |
| Tanah Kosong (TK) | - | 5.86 | - | 40.07 | 0.73 | 0.63 | 360.43 | 407.72 |
| Jumlah Tahun 2013 | 7.19 | 530.85 | 653.99 | 1536.34 | 65.04 | 7.47 | 362.59 | 3.163.48 |

3.2. Keterkaitan antara Perubahan Penggunaan Lahan, Pertumbuhan Penduduk, dan Jumlah Peningkatan Sampah dengan Pendekatan Sistem Dinamik

Simulasi Model Dinamika Perubahan Penggunaan Lahan

Diagram lingkaran sebab akibat (*Causal Loop*) dibentuk berdasarkan hasil analisis pola perubahan penggunaan lahan sebelumnya (Tujuan 1), sehingga dapat menggambarkan kondisi aktual lapangan atau permasalahan yang dihadapi agar nantinya mempermudah dalam menyelesaikan permasalahan tersebut. Tanda (+) dan (-) merupakan penambahan dan pengurangan yang diartikan sebagai hubungan saling menekan pada masing-masing komponen dalam sistem. Model *Causal Loop* menekankan perhatiannya kepada hubungan sebab-akibat antar komponen sistem yang digambarkan di dalam suatu diagram berupa garis lengkung yang berujung tanda panah dan menghubungkan antara komponen sistem yang satu dengan lainnya. Komponen dalam hal ini adalah jenis penggunaan lahan, jumlah penduduk dan volume sampah.

Gambaran rantai hubungan sebab-akibat dan keterkaitan masing-masing komponen tertera pada Gambar 2.

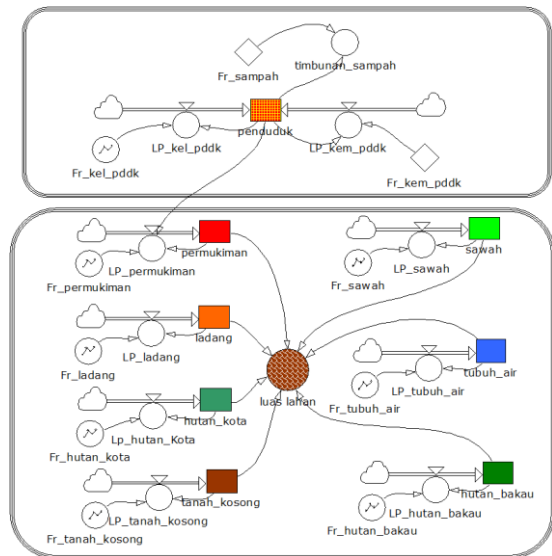


Gambar 2. Diagram lingkaran sebab akibat (*causal Loop*)

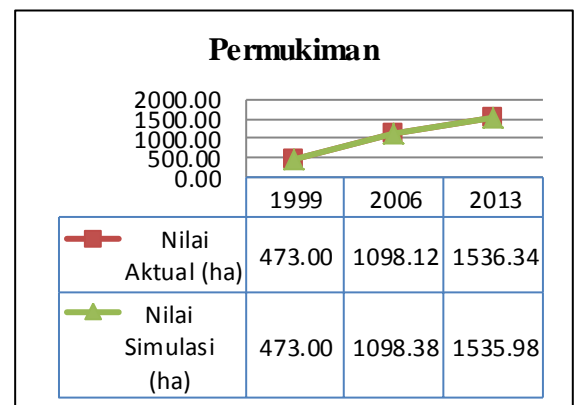
Dalam melakukan perumusan model beberapa submodel yang telah ditentukan sebelumnya, diintegrasikan kedalam suatu diagram alir (*flow diagram*) model dinamika perubahan penggunaan lahan pada kawasan pesisir Kota Kupang. Langkah selanjutnya yaitu menyusun dan membuat model yang dapat dimasukkan dalam perangkat lunak komputer yang telah disiapkan yang kemudian dilanjutkan dengan validasi model.

Validasi model bertujuan untuk menilai objektifitas data. Pengujian tersebut di dasarkan pada nilai AME dan AVE. Hasil uji menunjukkan bahwa keluaran model dinamika perubahan penggunaan lahan di kawasan pesisir Kota Kupang masih valid karena nilai AME dan AVE masing-masing dibawah 10%. Dengan demikian menunjukkan bahwa model ini mampu mensimulasikan perubahan-perubahan yang terjadi secara aktual di lapangan.

Secara visual kecenderungan model antara hasil simulasi salah satu jenis penggunaan lahan dengan dunia nyata dapat ditampilkan secara grafis dalam Gambar 4.



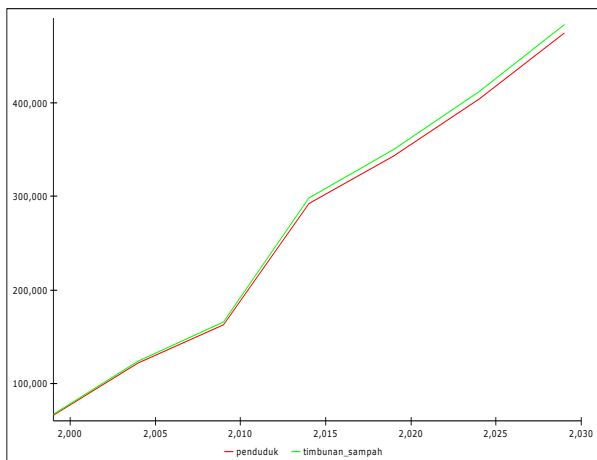
Gambar 3. Diagram alir dinamika perubahan penggunaan lahan, pertumbuhan penduduk dan volume sampah



Gambar 4. Grafik hasil luas lahan (ha) permukiman aktual dengan hasil simulasi tahun 1999 – 2013

Penduduk merupakan salah satu komponen yang berperan penting dalam penyusunan perencanaan pembangunan. Jumlah penduduk yang selalu mengalami dinamika dalam jumlahnya turut mempengaruhi kebutuhan akan lahan yang digunakan sebagai permukiman. Dinamika perubahan jumlah penduduk pada kawasan pesisir Kota Kupang disebabkan oleh 2 (dua) faktor utama yang saling mempengaruhi yakni; 1) penambahan penduduk yang terdiri dari angka kelahiran dan migrasi masuk penduduk pertahun. 2) pengurangan penduduk yang terdiri dari angka kematian dan migrasi keluar penduduk pertahun. Kaitannya dengan model ini maka penambahan jumlah penduduk yakni terdiri dari faktor kelahiran dan migrasi masuk penduduk sebagai unsur *rate* penambah, sedangkan *rate* pengurangan jumlah penduduk diwakili oleh faktor kematian dan migrasi keluar penduduk. Pertumbuhan penduduk yang tidak dikontrol dengan baik akan menimbulkan permasalah

han yang kompleks salah satunya adalah permasalahan sampah. Kaitan antara jumlah pertumbuhan penduduk dan volume sampah tertera pada Gambar 5.

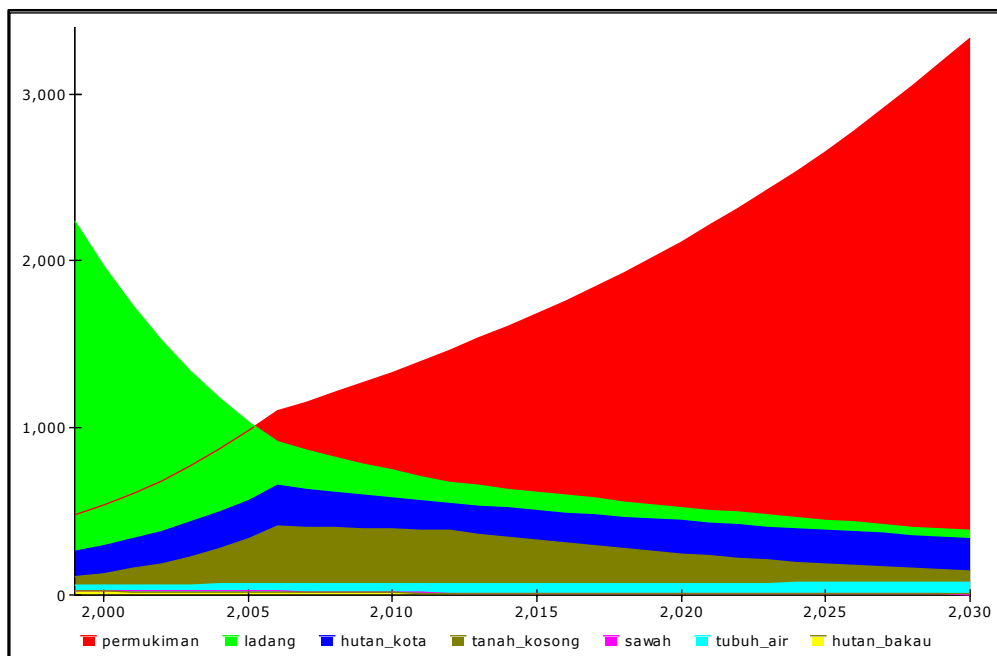


Gambar 5. Hasil simulasi trend peningkatan jumlah penduduk (jiwa) dengan volume Sampah (kg) periode tahun 1999 – 2030

Dari Gambar 5 terlihat bahwa baik jumlah penduduk maupun laju volume sampah/timbunan sampah di pesisir Kota Kupang yang terus meningkat secara eksponensial sejalan dengan bertambahnya waktu hingga tahun 2030. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pada tahun 2017 jumlah penduduk akan berjumlah dua kali lipat (132.517.62 jiwa) dari jumlah penduduk awal (65.733 jiwa) dan setelah memasuki akhir tahun simulasi 2030 jumlah penduduk telah

mencapai tiga kali lipat lebih (207.251.74 jiwa) dari jumlah penduduk awal simulasi. Demikian pula dengan jumlah volume sampah yang turut meningkat mengikuti trend peningkatan jumlah penduduk pada kawasan tersebut.

Sebagaimana dengan dinamika yang terjadi pada jumlah penduduk dan volume sampah, hal demikian juga terjadi pada luas masing-masing jenis penggunaan lahan yang terdapat pada kawasan pesisir Kota Kupang. Dari hasil simulasi menunjukkan bahwa pada tahun 2005 luas lahan permukiman meningkat dua kali lipat dari luas lahan awal tahun simulasi 1999 dan setelah memasuki akhir tahun simulasi 2030 luas lahan permukiman telah mencapai enam kali lipat dari luas lahan awal tahun simulasi. Dengan demikian antara komponen jenis penggunaan lahan, pertumbuhan penduduk dan peningkatan volume sampah di kawasan pesisir Kota Kupang memiliki keterkaitan satu sama lain. Hubungan tersebut dapat dilihat dari hasil simulasi model, dimana masing-masing komponen memberikan pengaruh berupa penambahan dan pengurangan (luas lahan, jumlah penduduk dan jumlah sampah). Meningkatnya jumlah penduduk dengan sendirinya akan meningkatkan permintaan lahan sebagai permukiman, dengan meningkatnya aktivitas pada kawasan pesisirnya dengan sendirinya akan menambah beban lingkungan dalam hal ini peningkatan laju volume sampah. Trend hasil simulasi dinamika luas lahan dari masing-masing jenis penggunaan lahan periode tahun simulasi 1999 – 2030 disajikan dalam Gambar 6.



Gambar 6. Hasil simulasi dinamika perubahan penggunaan lahan periode tahun 1999 – 2030

Hasil simulasi di atas menunjukkan bahwa luas lahan ladang/tegalan/belukar merupakan jenis penggunaan lahan yang setiap tahunnya menunjukkan trend penurunan yang cukup signifikan, pada awal tahun simulasi 1999 luas lahannya adalah 2.235.45 ha,

kemudian memasuki akhir tahun simulasi 2030 luas lahannya hanya tersisa 18.5%. Jenis penggunaan lahan sawah dan hutan bakau juga menunjukkan trend penurunan dan tidak menutup kemungkinan kedua jenis penggunaan lahan ini akan habis karena dialih

fungsi menjadi penggunaan yang lain. Sedangkan jenis penggunaan lahan tanah kosong dan hutan kota terus berfluktuasi.

3.3. Arahan Kebijakan Pengembangan Kawasan Pesisir

Berdasarkan analisis dan sintesis hasil penelitian baik dari pendekatan spasial dan pendekatan sistem, rekomendasi kebijakan dikelompokkan menjadi dua yaitu arahan kebijakan penggunaan lahan dan arahan kebijakan pengendalian penduduk serta volume sampah.

Arahan Kebijakan Penggunaan Lahan

Kebijakan yang baik dan konsisten merupakan penentu masa depan suatu wilayah begitu juga dengan wilayah pesisir yang memiliki karakteristik dan sangat rentan terhadap berbagai perubahan yang terjadi disekitarnya, oleh karena itu implementasi kebijakan yang pro terhadap wilayah pesisir sangat dibutuhkan sehingga dapat mewujudkan wilayah pesisir yang berkelanjutan. Berdasarkan hasil analisis simulasi model penggunaan lahan serta kaitannya dengan keterbatasan lahan dikawasan pesisir maka dapat dibuat beberapa arahan kebijakan terkait dengan pengendalian dan pemanfaatan penggunaan lahan pada kawasan tersebut sebagai berikut:

1. Membatasi pembangunan dan memperketat ijin mendirikan bangunan dengan tujuan untuk menekan pembangunan pada jalur hijau sempadan pantai, hal ini berkaitan dengan hasil analisis yang menunjukkan bahwa pada tahun 2030 luas lahan permukiman telah melebihi ketersediaan lahan eksisting.
2. Penataan dan pengaturan terhadap pengembangan kawasan pesisir seperti permukiman dan bangunan lainnya yang teratur serta sesuai dengan estetika lingkungan pesisir, sehingga dapat mewujudkan kota tepi pantai atau *water front city* yang berkelanjutan.
3. Perlu disediakan unit pengolahan limbah baik cair maupun padat pada lokasi aktivitas padat permukiman, perdagangan, jasa dan perhotelan sebagai upayaantisipasi resiko rusaknya ekosistem pesisir.
4. Peran serta pemerintah dan masyarakat dalam pelestarian lahan pertanian (sawah) dan hutan bakau merupakan hal yang sangat penting yakni dengan membatasi alih fungsi lahannya dan program penanaman kembali. Mengingat luas lahan kedua jenis penggunaan lahan tersebut terus mengalami penurunan tiap tahunnya. Hasil analisis menunjukkan bahwa masih terdapat ketersediaan lahan kosong atau tanah kosong dan ladang/tegalan/belukar yang lahannya masih dimungkinkan untuk pengembangan lahan pertanian dan hutan bakau.
5. Membatasi dan mengalokasi ruang yang baru untuk aktivitas perdagangan. Mengingat aktivitas perdagangan yang terkonsentrasi di Kota Lama sudah sangat padat dan sebagian besar bangunannya

menyimpang dari estetika lingkungan pesisir atau membelakangi pantai.

Arahan Kebijakan Pengendalian Penduduk dan Volume Sampah

Pertumbuhan penduduk kawasan pesisir Kota Kupang pada Tahun 2030 telah mencapai batas optimal yakni sebesar 207.251 jiwa, pertumbuhan penduduk juga berdampak pada peningkatan volume sampah yaitu sebesar 145.076.21 kg dan permintaan lahan untuk permukiman sebesar 3.337.05 ha jika dikaitkan dengan keterbatasan luas lahan eksisting di kawasan pesisir Kota Kupang, maka luas lahan permukiman telah melebihi batas optimal luas lahan eksisting yang ada yakni sebesar 3.163.48 ha.

Berdasarkan hasil analisis simulasi model pertumbuhan penduduk dan kaitannya dengan volume sampah maka dapat dibuat beberapa arahan kebijakan sebagai berikut;

1. Perlu dilakukan pengendalian kepadatan penduduk melalui kebijakan pengembangan perumahan vertikal atau rusunawa yang merupakan salah satu alternatif jika pemerintah setempat akan membangun permukiman yang sesuai dengan konsep *waterfront city*.
2. Dalam konteks keterbatasan lahan dan penataan permukiman maka sebaiknya distribusi penduduk yang masuk di setiap kecamatan pesisir seyogyanya diatur dalam perda RTRW Kota Kupang.
3. Kaitannya dengan volume sampah yang terus meningkat setiap tahunnya yakni dengan menambah fasilitas penampungan sampah dan yang terpenting adalah pelayanan pengangkutan dan sistem pengelolaan sampah yang baik, karena berdasarkan hasil analisis dan pengamatan dilapangan menunjukkan bahwa sebagian besar masyarakat pesisir membuang sampahnya langsung kelaut.

4. Kesimpulan

1. Selama periode tahun 1999 – 2013 telah terjadi perubahan penggunaan lahan yang cukup besar pada kawasan pesisir Kota Kupang. Jenis penggunaan lahan permukiman paling dominan luasannya dan sebagian besar mengkonversi luas lahan ladang/tegalan/belukar dengan luas perubahan 836.53 ha. Sedangkan jenis penggunaan lahan lainnya mengalami dinamika perubahan yang berbeda-beda: tanah kosong dan hutan kota berfluktuasi, sedangkan ladang/tegalan/belukar, sawah dan hutan bakau terus menurun.
2. Analisis sistem dinamik menunjukkan bahwa terdapat keterkaitan dan interaksi antara komponen perubahan penggunaan lahan, pertumbuhan penduduk dan volume sampah di kawasan pesisir Kota Kupang. masing-masing komponen saling memberikan pengaruh dalam hal penambahan dan pengurangan. Diprediksi pada tahun 2030 luas lahan permukiman telah mencapai 3.337.05 ha atau telah melebihi ketersediaan lahan eksisting

(3.163.48 ha) di kawasan pesisir. Seiring dengan peningkatan tersebut luas penggunaan lahan ladang/tegalan/belukar sebaliknya mengalami penurunan yang signifikan. Jenis penggunaan lahan lain masing-masing mengalami dinamika dalam luasannya, sawah dan hutan bakau pada tahun 2030 menunjukkan penurunan yang sangat signifikan masing-masing hanya tersisa 0.74 ha dan 1.20 ha, sedangkan jenis penggunaan lahan hutan kota dan tanah kosong terus berfluktuasi. Dinamika perubahan penggunaan lahan yang terjadi dipengaruhi oleh pertumbuhan penduduk pada kawasan tersebut yang kemudian berdampak pula pada peningkatan volume sampah.

3. Hasil analisis melalui pendekatan spasial dan pendekatan sistem menunjukkan bahwa rekomendasi kebijakan dikelompokkan menjadi dua yaitu arahan kebijakan penggunaan lahan dan arahan kebijakan pengendalian penduduk serta kaitannya dengan volume sampah. Kebijakan penggunaan lahan antara lain membatasi pembangunan dan memperketat izin mendirikan bangunan pada jalur hijau sempadan pantai, penataan dan pengaturan permukiman dan bangunan lain yang teratur serta sesuai dengan estetika lingkungan pesisir sehingga dapat mewujudkan *waterfront city* yang berkelanjutan, kemudian menyediakan unit pengelolaan limbah baik cair maupun padat, pelestarian lahan pertanian (sawah) dan hutan bakau dengan membatasi alih fungsi lahannya dan yang terakhir adalah perlu dilakukan pembatasan dengan mengalokasikan ruang bagi aktivitas perdagangan yang baru, mengingat aktivitas perdagangan yang terkonsentrasi di Kota Lama sudah sangat padat dan sebagian besar bangunannya menyimpang dari estetika lingkungan pesisir atau membelakangi pantai sedangkan kebijakan pengendalian penduduk adalah melalui pengembangan rumah vertikal atau rusunawa sedangkan kaitannya dengan penimbunan sampah yakni dengan menambah fasilitas penampungan sampah disetiap kelurahan pesisir baik itu tempat penampungan sampah sementara (TPS) dan kendaraan operasional untuk pelayanan pengangkutan sampah.

Daftar Pustaka

- [1] Baun, P., 2008. Kajian pengembangan pemanfaatan ruang terbangun di kawasan pesisir Kota Kupang. Tesis. Semarang: Sekolah Pasca sarjana Universitas Diponegoro, Semarang.
- [2] Deal, B., D. Schunk, 2004. Spatial dynamic modeling and urban land use transformation: a simulation approach to assessing the costs of urban sprawl. *Ecol. Econ.* 51, pp. 79-95.
- [3] [DKP] Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Kupang, 2014. Laporan Pengelolaan Persampahan Kota Kupang. DKP, Kupang.
- [4] Elshorbagy, A., A. Jutla, L. Barbour, J. Kells, 2005. System dynamics approach to assess the sustainability of reclamation of disturbed watersheds. *Can. J. Civ.Eng.* 32, pp. 144-158.
- [5] Forrester, J. W., 1998. Designing the future. Paper presented at Universidad de Sevilla, December 15. Univ. de Sevilla, Sevilla.
- [6] Lestari, I., 2013. Suitability analysis of green open space (gos) model based on area characteristics in Kupang City, Indonesia. *The International Journal of Engineering And Science (IJES)*. 2 (13), pp. 81-91.
- [7] Lucas, H. C., 1993. Analisis, Desain dan Implementasi Sistem Informasi (Penerjemah: Abdul Basith). Erlangga, Jakarta.
- [8] Muhammadiyah, E. Aminulla, B. Soesilo, 2001. Analisis Sistem Dinamis: Lingkungan Hidup, Sosial, Ekonomi dan Manajemen. UMJ Press, Jakarta.
- [9] Stermann, J. D., 2002. All models are wrong: reflections on becoming a systems scientist. *Syst. Dyn. Rev.* 18 (4), pp. 501-531.
- [10] White, R., G. Engelen, 2000. High-resolution integrated modeling of the spatial dynamics of urban and regional systems. *Comp. Environ. Urb. Syst.* 24, pp. 383-400.
- [11] Yufeng, H., W. ShuSong, 2005. System dynamics model for the sustainable development of Science City. In: Proceedings the 23rd International Conference July 17-21. *Sys. Dyn.Soc.* Boston.