

KECENDERUNGAN REKLAMASI WILAYAH PANTAI DENGAN PENDEKATAN MODEL DINAMIK

Lestario Widodo

Peneliti di Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan

Abstract

Big cities, especially those with have coastal area, in their development process will face the problem of limiting area, either for human settlement or other purposes. One effort to solve the problem is by doing a coastal reclamation which still has problems until now due to the negative impacts resulted. A dynamic model had been developed to examine the causality of a reclamation phenomenon. Which a simple dynamic model it is known already that investor interest in coastal reclamation is defined by result potential in future, which is reflected by a beneficial land conversion price and relatively small delay period.

1. LATAR BELAKANG

Indonesia dengan jumlah pulau sekitar 17.508 dan garis pantai sepanjang 81.000 km, dikenal sebagai negara *mega-biodiversity* dalam hal keanekaragaman hayati, serta memiliki kawasan pantai yang sangat potensial untuk berbagai pilihan pembangunan.⁽²⁾ Namun demikian dengan semakin meningkatnya pertumbuhan penduduk dan pesatnya kegiatan pembangunan di wilayah pantai dan pesisir, untuk berbagai peruntukan (pemukiman, perikanan, pelabuhan, obyek wisata dan lain-lain), maka tekanan ekologis terhadap ekosistem dan sumberdaya pesisir dan laut itu semakin meningkat⁽³⁾.

Meningkatnya tekanan tersebut akan dapat mengancam keberadaan dan kelangsungan ekosistem dan sumberdaya pesisir, laut dan pulau-pulau kecil yang ada disekitarnya⁽³⁾. Salah satu tekanan terhadap ekosistem pantai adalah kecenderungan melakukan reklamasi pantai untuk memenuhi kebutuhan peruntukan lahan seperti pemukiman, perkantoran atau untuk keperluan komersial lainnya.

Di kota-kota besar khususnya yang mempunyai wilayah pantai tentu menghadapi permasalahan pertumbuhan penduduk yang pesat sehingga memerlukan ruang dan lahan untuk pemukiman, dan segala aktivitas usahanya. Disisi lain lahan yang tersedia diwilayah kota terbatas, dengan demikian salah satu upaya yang dilakukan adalah dengan mereklamasi pantai dalam rangka pengembangan wilayah kota untuk

memenuhi kebutuhan akan lahan baik untuk perumahan, perkantoran, atau tempat usaha/bisnis. Reklamasi pantai dari segi bisnis kadang dikemas dengan cara mewujudkan kota tepian air (*waterfront city*) yang dapat berdiri sejajar, sehingga penghuni akan dapat melihat pemandangan pantai dan laut yang indah. Namun beberapa dampak lingkungan akibat adanya reklamasi seperti dampak atau tekanan terhadap keanekaragaman hayati, terjadinya banjir menjadikan kegiatan reklamasi menuai protes dari berbagai kalangan masyarakat. Rencana pemerintah DKI Jakarta melakukan reklamasi pantai sangat ditentang oleh berbagai kalangan masyarakat terutama pemerhati lingkungan mengingat akibat reklamasi berpotensi terjadi banjir di Jakarta yang lebih besar. Kegiatan reklamasi juga dilakukan di kota Semarang untuk pengembangan wilayah perumahan yang juga menisakan permasalahan lingkungan akibat adanya reklamasi tersebut. Di negara lain salah satu upaya pengembangan wilayah pantai juga dilakukan dengan melakukan reklamasi seperti Singapura, Thailand, dan Italia. Untuk dapat mengetahui bagaimana kecenderungan pelaku usaha (investor) memutuskan untuk melakukan reklamasi guna memenuhi kebutuhan akan perumahan maka dicoba dengan pendekatan sistem dinamik. Dalam model dinamik sederhana ini parameter lingkungan belum dimasukkan, sehingga keputusan untuk melakukan reklamasi didasari oleh motif ekonomi.

2. MODEL DINAMIK REKLAMASI PANTAI

Penggunaan model sebagai alat bantu dalam proses pengambilan keputusan sudah sejak lama dikenal. Model-model yang digunakan telah berkembang pesat. Mulai dari model yang sangat sederhana sampai model yang kompleks dan relatif rumit, yang biasa dikenal sebagai model komputer. Perkembangan ini sangat terlihat jelas dalam penggunaan model untuk menentukan suatu kebijakan (*policy modelling*), terutama pada bidang ekonomi seperti *mathematical programming*, *cost benefit analysis*, *input-output analysis*, *optimization*, *system dynamics*, dan kombinasi-kombinasi lainnya.

Pemodelan kebijaksanaan, dalam hubungannya dalam suatu institusi, bertujuan menemukan cara yang efektif dalam mempengaruhi institusi tersebut sehingga unjuk kerja (*performance*) yang diinginkan dapat tercapai. Pemodelan yang dilakukan tidak hanya memprediksi gejala sistem, tetapi juga bertujuan untuk meningkatkan pengertian terhadap gejala-gejala yang diamati. Untuk itu pemilihan teknik pemodelan yang sesuai dengan tujuan pemodelan, sangat menentukan keberhasilan proses pemodelan yang dilakukan.

Metodologi *system dynamics* merupakan salah satu pendekatan pemodelan kebijaksanaan terutama dalam hal peningkatan pemahaman tentang bagaimana (*how*) dan mengapa (*why*) gejala dinamis suatu sistem terjadi⁽⁴⁾. Metode ini biasanya dimaksudkan untuk digunakan pada tingkat disain kebijaksanaan dalam pengambilan keputusan. Untuk mengetahui perilaku dinamisnya, model yang telah dibangun harus disimulasikan. Seiring dengan makin kompleksnya dan luasnya sistem yang diamati, penggunaan komputer untuk simulasi tidak dapat dihindarkan.

Dalam melakukan simulasi model *system dynamics* dengan komputer, sering ditemui kesulitan pemrograman prosedural yang ada. Sebagai jalan keluarnya telah dibuat bahasa pemrograman yang khusus digunakan untuk mensimulasikan metode pemodelan *system dynamics* salah satunya adalah Powersim.

Sesuai dengan namanya, metode *system dynamics* erat hubungannya dengan kecenderungan-kecenderungan dinamis sistem-sistem kompleks. Pemodelan dengan metodologi ini, berbeda dengan metode

ekonometrik, tidak didominasi oleh penggunaan data historis (*time series data*), melainkan melalui pengembangan asumsi-asumsi tentang struktur sistem.

Pemodelan *system dynamics* lebih dimaksudkan untuk meningkatkan pemahaman umum (*general understanding*) sistem yang diamati serta lebih berorientasi pada proses (*process oriented*), dari pada hasil (*product oriented*) pemodelan. Pemodelan dimulai dengan konsep-konsep dan informasi yang ada dan telah dipergunakan dalam proses-proses pengambilan keputusan. Persepsi-persepsi yang ada dirangkum dalam suatu model komputer dan disimulasikan untuk menghasilkan konsekuensi-konsekuensi dinamis dari asumsi-asumsi tentang sistem tersebut. Pendekatan dengan metode ini seringkali menghasilkan tingkah laku sistem yang tidak diperkirakan atau bahkan belum pernah teramati sebelumnya.

Pada dasarnya, metode ini bertujuan memperdalam pengertian dalam memecahkan masalah kompleks yang muncul dari adanya saling ketergantungan sebab-akibat (*causal interdependence*) antar variabel dalam satu sistem. Hal ini menyangkut fenomena-fenomena perilaku yang dibangkitkan oleh suatu sistem seiring dengan berjalannya waktu. Pola-pola perilaku yang timbul biasanya mencerminkan kestabilan, ketidakstabilan, kesetimbangan, sensitifitas atau bahkan mungkin kelambanan sistem. Melalui pengamatan terhadap pola-pola yang dihasilkan, akan terlihat timbal balik (*trade-off*) antara efek jangka panjang dan efek jangka pendek suatu kebijaksanaan yang dikenai pada sistem. Sebaliknya, karena sifat internal dari sistem, suatu kebijaksanaan yang dimaksud untuk membawa kepada terciptanya suatu keadaan yang dikehendaki, dapat saja menimbulkan hal yang menyimpang dari yang dikehendaki. Masalah-masalah yang dapat dengan tepat dimodelkan dengan menggunakan pendekatan *System Dynamics* adalah masalah-masalah yang paling sedikitnya mempunyai sifat dinamis, dalam arti mempunyai kuantitas yang berubah terhadap waktu, dan minimal salah satu komponen atau variabel dari sistem yang diamati mempunyai elemen umpan-balik.

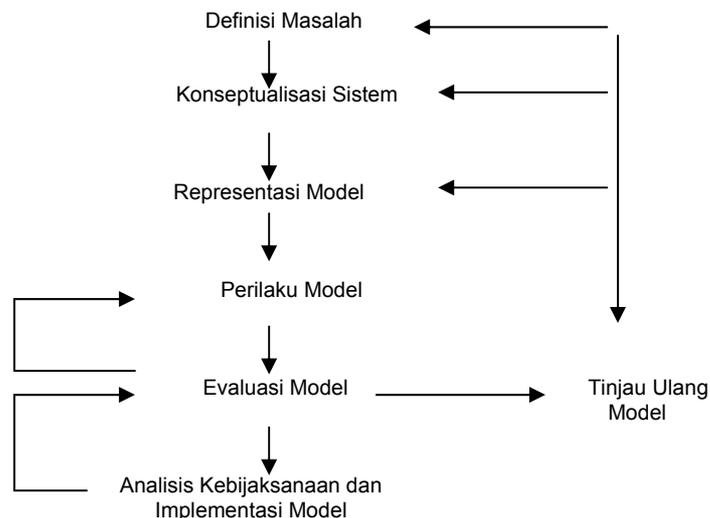
Manajemen tradisional dan pengalaman yang bertumpu pada realitas yang ada merupakan sumber informasi dasar dalam membangun struktur model suatu sistem. Karena tidak semua informasi yang ada dapat

dimasukan kedalam model secara eksplisit, informasi itu perlu dipilih berdasarkan tingkat kepentingan atas fenomena gejala yang dianalisis. Teori umpan-balik memberikan prinsip-prinsip dasar untuk memilih informasi yang relevan dan membuang informasi yang tidak mempunyai hubungan dengan dinamika persoalan. Informasi yang terpilih diintergrasikan secara bersama mengikuti aturan yang spesifik. Bila suatu model telah diformulasikan, perilaku dinamisnya dipelajari melalui simulasi menggunakan komputer. Simulasi ini sangat membantu dalam upaya membandingkan struktur dan perilaku sistem yang sebenarnya dengan struktur dan perilaku model, bila keabsahan model telah didapat,

simulasi selanjutnya dapat dilakukan tanpa diliputi rasa skeptis.

Suatu model yang dibangun diyakini kesahihannya, apabila dapat menirukan kenyataan empiris yang ada, dan mampu menghasilkan pola-pola kenyataan yang mungkin akan terjadi. Hal ini dapat dicapai bila pemodelannya mengikuti suatu model ilmiah. Metode ilmiah dalam pemodelan *system dynamics* diwujudkan dalam bentuk tahapan pemodelan yang meliputi definisi masalah, konseptualisasi sistem, representasi model, perilaku model, evaluasi model, analisis kebijaksanaan, dan implementasi^(1,5) model

Diagram pentahapannya dapat dilihat pada gambar 1



Gambar 1. Tahapan Proses Membangun Model

Seperti disebutkan bahwa dengan adanya pertumbuhan penduduk dan perkembangan kota yang sangat pesat, maka kota-kota besar khususnya yang mempunyai wilayah pantai akan menghadapi masalah kekurangan ruang / lahan untuk keperluan wilayah pemukiman. Salah satu alternatif untuk memenuhi kebutuhan akan ruang / lahan adalah dengan melaksanakan reklamasi pantai. Untuk memperdalam pengertian dalam memecahkan masalah kompleks yang muncul dari adanya saling ketergantungan sebab-akibat (*causal interdependence*) antar variabel dalam satu sistem dalam hal ini reklamasi maka Causal

loop sederhanya seperti terlihat pada Gambar 2.

Flow diagram menggambarkan hubungan antar variabel-variabel model dalam upaya lebih menjelaskan formulasi sistem. Dalam suatu flow diagram, bagian-bagian dari satu set persamaan dijelaskan lebih terinci melalui hubungan sebab akibat variabel-variabelnya.

Dalam hal mengkomunikasikan struktur suatu sistem, flow diagram yang lengkap memberikan gambaran informasi yang lebih baik dibandingkan dengan menunjukkan suatu persamaan matematik.

Pada bagian ini akan dijelaskan fungsi simbol-simbol standar yang digunakan dalam model dinamik. Simbol-simbol yang digunakan disini menggambarkan hubungan keterkaitan antar variabel-variabel dalam model.

Aliran (flow) dalam flow diagram secara garis besar dibedakan dalam dua macam, yaitu secara fisik (seperti : material, uang, orang energi dan sebagainya) dan aliran informasi. Aliran fisik digambarkan oleh garis penuh dengan simbol panah sebagai arah aliran, dan aliran informasi digambarkan oleh garis putus-putus dengan simbol panah sebagai aliran.

Simbol-simbol standar yang digunakan dalam suatu flow diagram adalah sbb.:^(1,4)

a. Level

Level merupakan hasil akumulasi dari aliran-aliran di dalam flow diagram dan menyatakan kondisi sistem setiap saat. Dalam konsep sistem, level dikenal sebagai *state variable*. Level dapat dibayangkan sebagai suatu tangki air yang mengakumulasikan perbedaan air masuk dengan air keluar. Dalam flow diagram, level dilukiskan dengan simbol empat persegi panjang, di mana anak panah yang menuju empat persegi panjang menyatakan aliran material yang memasuki level atau mempunyai pengaruh positif, sedangkan yang menuju ke luar menunjukkan aliran material yang meninggalkan level atau mempunyai pengaruh negatif terhadap level. Dalam model reklamasi ini level ada 2 yaitu Bentang Lahan dan Perumahan

b. Rate

Rate merupakan aliran masuk (keluar) ke (dari) suatu level. Perubahan level dapat terjadi hanya melalui rate ini. Oleh karena itu rate menyatakan aksi sistem dan merupakan suatu decision point, dengan perkataan lain rate merupakan pernyataan kebijaksanaan (policy) yang mendefinisikan aliran di dalam sistem. Dalam flow diagram, rate digambarkan

oleh simbol katup, di mana masukannya berupa aliran informasi dari faktor-faktor yang mempengaruhinya, sedang keluarannya berupa aliran material seperti yang terlihat dalam Gambar 2. Rate untuk Level Bentang Lahan adalah Reklamasi (aliran masuk) dan Pengurangan Lahan (aliran keluar). Sedangkan Rate untuk Level Perumahan adalah Laju Pembangunan (aliran masuk) dan Laju Penggusuran (aliran keluar)

c. Source dan sink

Simbol awan (*cloud*) pada Gambar 2 menunjukkan source dan sink untuk suatu material yang mengalir ke dalam atau ke luar suatu level. Pada dasarnya source dan sink dianggap tidak mempengaruhi sistem. Aliran source digambarkan berasal dari sumber yang tidak terbatas (*infinite*), sedangkan sink dianggap sebagai tempat penampung yang juga tidak terbatas. Dengan perkataan lain simbol sumber (source) merepresentasikan sumber datangnya aliran produksi barang, sedangkan simbol sink menunjukkan berakhirnya aliran barang setelah pengiriman.

d. Variabel auxiliary

Variable auxiliary adalah suatu penambahan informasi yang dibutuhkan dalam memformulasikan persamaan atau variabel rate. Atau dapat dikatakan bahwa variable auxiliary adalah suatu variable yang membantu untuk memformulasikan variabel rate. Variabel auxiliary digambarkan dengan suatu lingkaran penuh, seperti terlihat pada Gambar 2.

e. Parameter (konstanta)

Konstanta adalah besaran yang nilainya tetap selama proses simulasi. Konstanta digambarkan dengan simbol garis penuh yang di atas atau di bawahnya dituliskan nama (nilai) konstanta. Dalam model ini contoh konstantanya adalah Batas Wilayah

f. Delay

Simbol persamaan delay berupa persegi. Delay disini diartikan bahwa inestasi reklamasi akan mengalami waktu delay sebelum realisasi pemanfaatan ruang / lahan benar benar terlaksana. Pada kenyataannya setiap investasi akan mengalami delay sebelum benar-benar menghasilkan, karena untuk melakukan reklamasi serta membangun rumah memerlukan waktu sebelum benar-benar menghasilkan. Pada model ini delay waktu adalah 5 tahun.

permasalahan kebutuhan lahan untuk permukiman atau untuk usaha perkantoran/bisnis akibat dari perkembangan penduduk dan perkembangan kota terutama kota besar yang mempunyai wilayah pantai. Terjadinya abrasi karena fenomena alam juga ikut menjadi pertimbangan pengambilan keputusan untuk melakukan reklamasi. Minat investor dalam melakukan reklamasi lahan di wilayah pantai lebih ditentukan oleh potensi hasil dimasa mendatang yang dicerminkan dengan tingkat harga konversi lahan yang menguntungkan serta waktu *delay* yang relatif kecil.

3. HASIL PEMODELAN DINAMIK

Berdasarkan *causal loop* yang terlihat pada Gambar 2 tersebut maka model dinamik reklamasi pantai dapat ditampilkan dengan melakukan simulasi melalui program Powersim.

Simulasi *Setup* adalah :

1. Waktu simulasi selama 100 tahun dari tahun 2000 hingga tahun 2100
2. Inisial (awalan) Bentang Daratan = 20.000
3. Inisial (awalan) Perumahan = 14.000
4. Batas Wilayah = 40.000

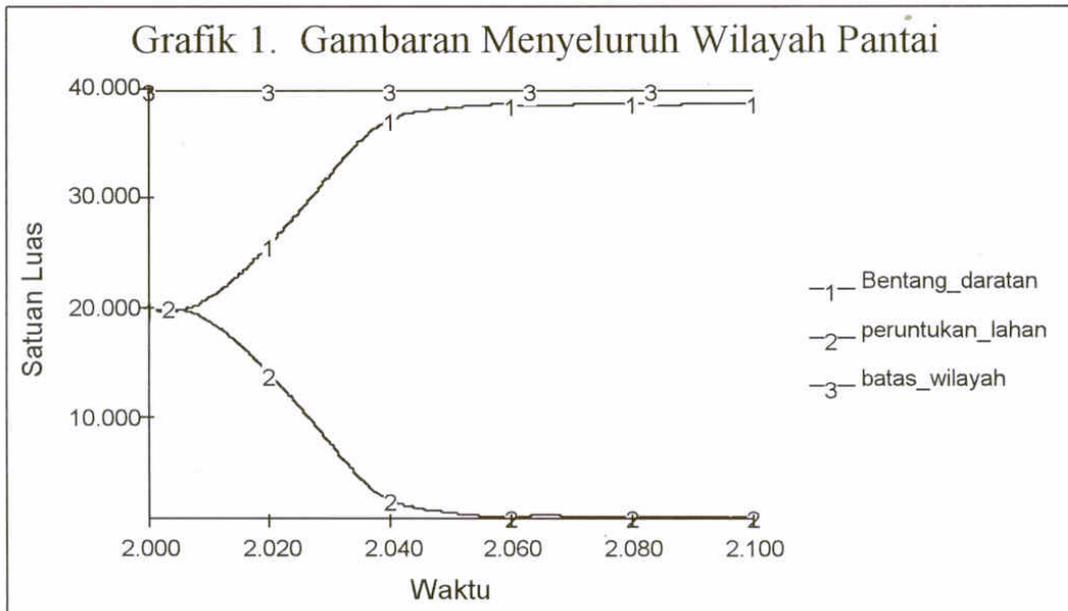
Hasil model dinamik dapat dilihat pada Grafik 1 sampai dengan Grafik 6 berikut ini

4. PENUTUP

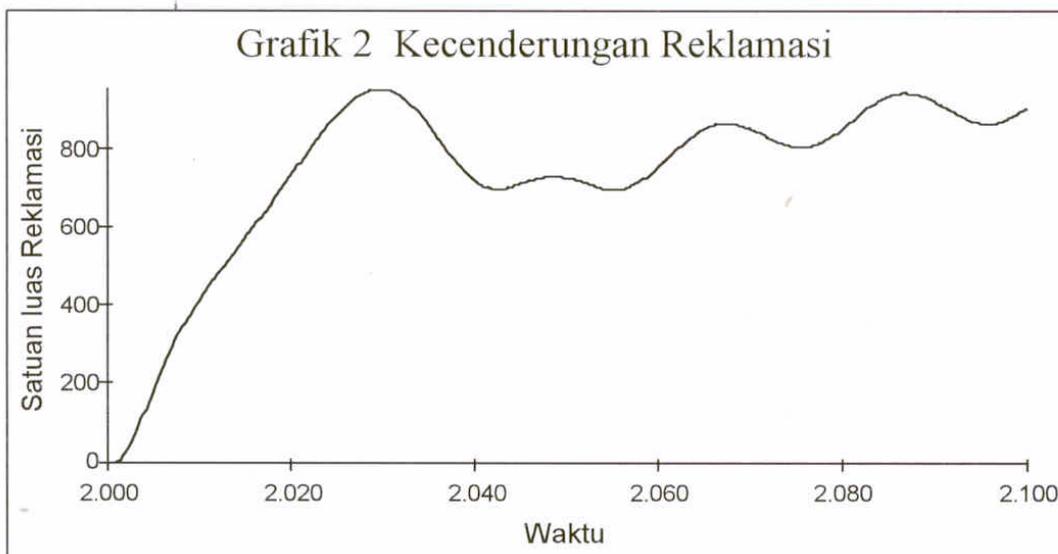
Berdasarkan hasil simulasi dengan menggunakan pemodelan dinamik melalui Powersim, maka diperoleh gambaran bahwa kecenderungan untuk melakukan reklamasi wilayah pantai didorong dengan adanya

DAFTAR PUSTAKA

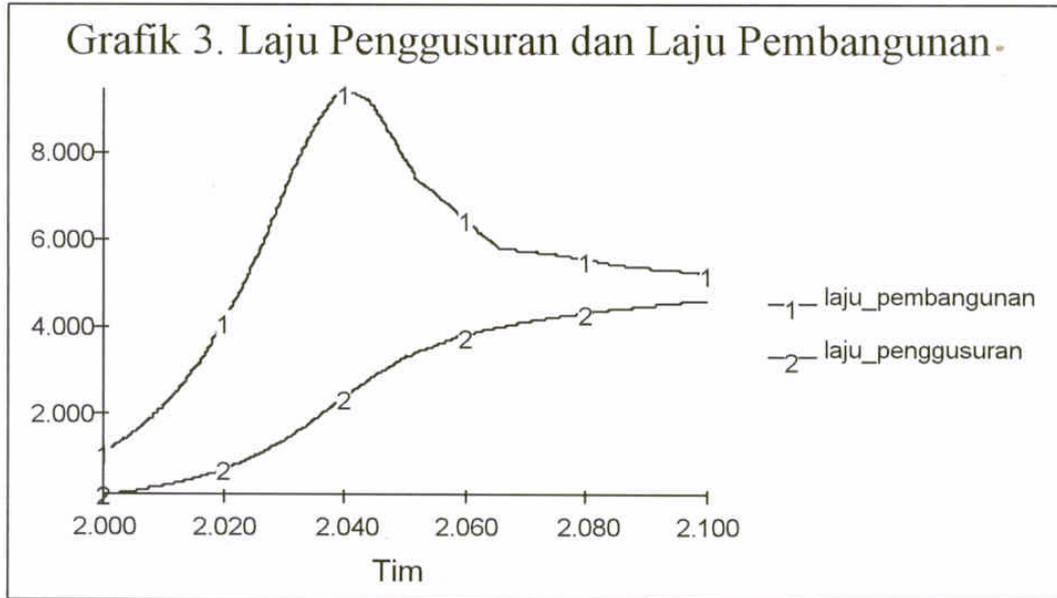
1. Anonim, 1994, Kursus Evaluasi Sumber Daya Lahan (Angkatan IV), Fakultas
2. Anonim, 2001 Naskah Akademik Pengelolaan Wilayah Pesisir , Departemen Kelautan dan Perikanan
3. Dahuri,R, dkk, 1996, Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu, Pradnya Paramita, Jakarta
4. Tasrif, Mohammad 1995 Analisis Kebijakan Dengan Model Sistem Dinamik, Modul Pelatihan, Pusat Penelitian Material dan Energi ITB, Bandung
5. Tasrif,Mohammad, 2002 Strategi Jangka Panjang Peningkatan Ketahanan Fundamental Perekonomian Indonesia, Pusat Panelitian Energi, ITB,Bandung



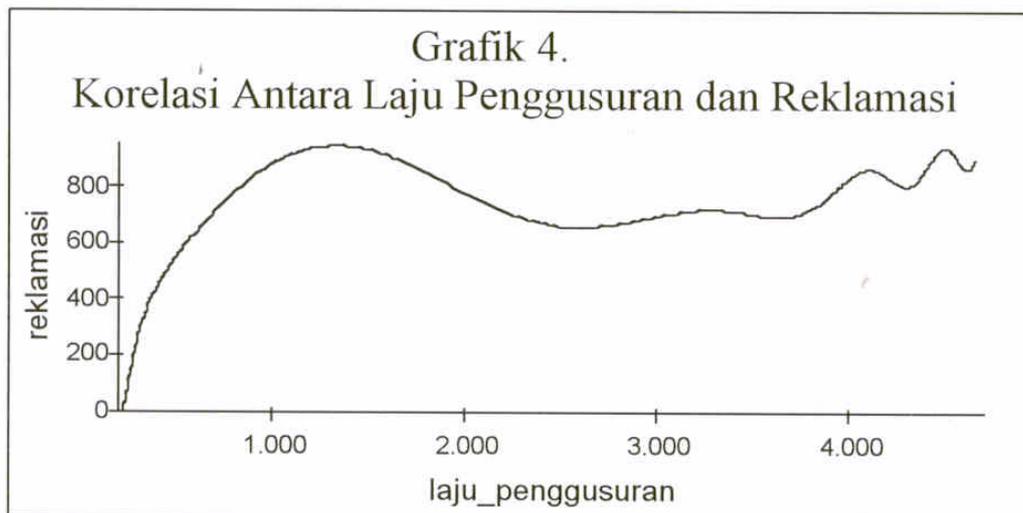
Grafik 1. Menggambarkan hasil simulasi dari model reklamasi dengan waktu simulasi dimulai tahun 2000 dan berakhir tahun 2100. Variabel yang ditampilkan adalah Bentang Daratan, Peruntukan Lahan, Batas Wilayah. Peruntukan lahan diperoleh dari Batas Wilayah dikurangi dengan Bentang Daratan yang dalam jangka panjang mendekati batas wilayah.



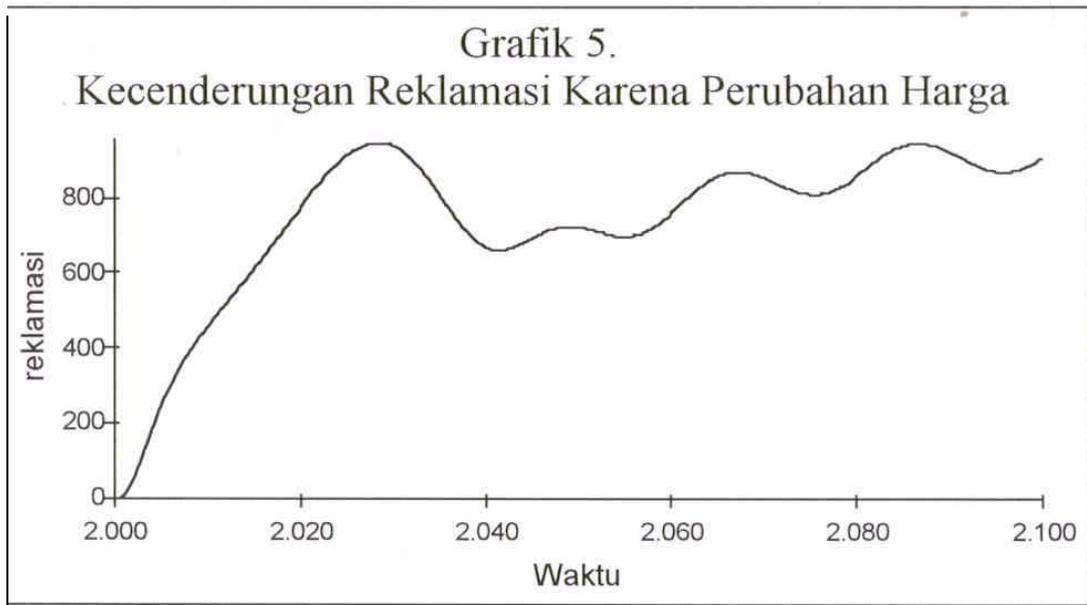
Grafik 2. Menggambarkan kecenderungan peningkatan reklamasi sesuai periode waktu sebagai salah satu upaya mengatasi kekurangan lahan akibat meningkatnya perkembangan penduduk kota.



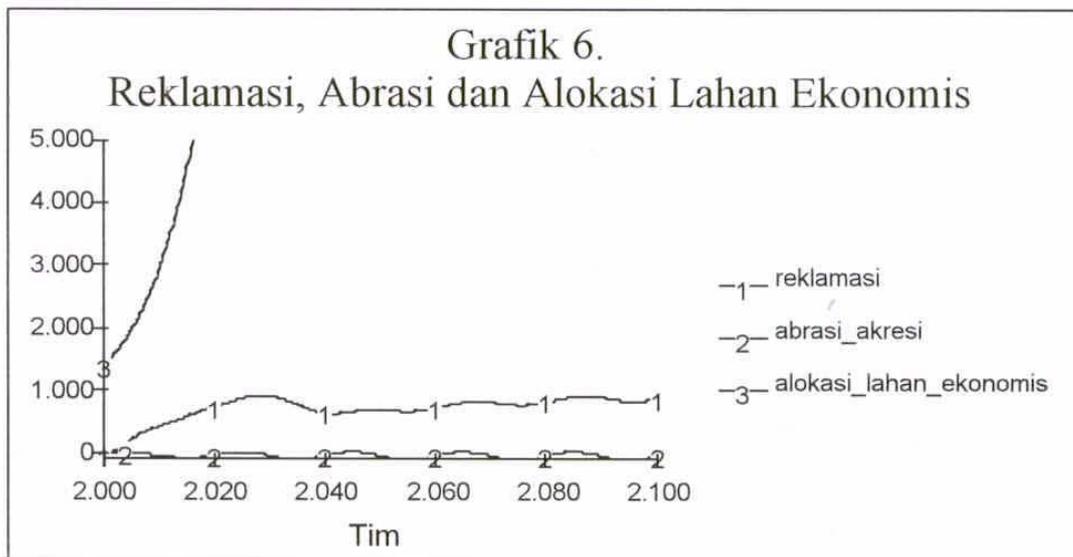
Grafik 3 Menggambarkan laju pembangunan dan laju penggusuran dalam model dinamik dimana tingkat pembangunan selalu diatas laju penggusuran



Grafik 4. Menggambarkan korelasi antara reklamasi dengan laju penggusuran yang mengindikasikan korelasi yang positif dalam arti bahwa laju penggusuran yang tinggi akan cenderung untuk melakukan reklamasi



Grafik 5. Menggambarkan kecenderungan reklamasi yang mengalami penurunan akibat penurunan harga konversi lahan hal ini terlihat pada waktu simulasi tahun 2030 sampai 2040 dimana penurunannya lebih tinggi dibandingkan pada Grafik 2



Grafik 6. Menggambarkan reklamasi , alokasi lahan ekonomis dan tingkat abrasi. Abrasi merupakan salah satu pertimbangan untuk melakukan reklamasi