Sistem Manajemen Alokasi Lahan (SIMAL) Sebagai Dasar Dalam Melakukan Alokasi Ruang

Dinar Dwi Anugerah Putranto[a*], Sarino[a], Agus Lestari Yuono[a]

[a,] Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya (dwianugerah@yahoo.co.id)

ABSTRACT

Structural form of space utilization pattern is the arrangement of elements forming the hue of the natural environment, social environment, and the built environment are hierarchically and structurally related to each other to form the layout. The elements in the layout are related, then the allocation of space utilization in the spatial plan should pay attention to three elements forming the carrying capacity of the environment. In fact, in every product arrangement of space, elements of the natural environment, such as topography area, open green spaces, river systems (drainage) and protected areas of local, often the element that is most neglected, and consequently flooding problems will arise a few years later, the resulting in cost reduction and rehabilitation to be very expensive. With a population growth rate is very fast (1:12% / year, BPS, 2014), the pressure on land use changes Palembang into smaller plots led to an increase in surface runoff, and the incidence of flooding or inundation in nearly all sub-systems of the river. This was caused, simulation or analysis in the allocation of space utilization of the build is not done properly. Simal is the Land Allocation Management System, which was created to help simulate the conduct of land allocation when considering giving a building permit on a large scale. In this study, the simulation will be carried out on a sub-system of land use change Lambidaro River with an area of 65.42 km2 and simulation analysis performed by utilizing Simal puddle.

Keywords *: Spatial, SIMAL, flooding and inundation, river hydraulics.*

Pendahuluan

Perubahan Pemanfaatan lahan kota yang begitu cepat, telah merubah pola-pola pengaliran air pada wilayah sub DAS yang ada di daerah perkotaan. Dampak utama akibat perubahan pola pengaliran tersebut adalah banjir dan genangan sebagai akibat dari limpasan yang berlebihan.

Permasalahan limpasan air permukaan (*run-off*) dan genangan (*inundation*) di Kota Palembang, dipengaruhi oleh beberapa faktor, selain masalah okupasi bantaran sungai, penimbunan rawa yang tidak sesuai, pengaruh pasang-surut sungai Musi yang melintas Kota Palembang, juga disebabkan sedimentasi aliran sungai Musi dari daerah hulu dan sungai-sungai kecil lainnya yang membentuk sub DAS di Kota Palembang.

Optimasi penataan penggunaan lahan adalah salah satu kunci aktivitas yang harus dilakukan jika ingin memainkan kebijakan penting, seperti pada kasus sub DAS yang ada di Kota Palembang. Dalam analisis antara kondisi hidrotopografi, jenis penutup lahan, lama dan waktu hujan, ketinggian pasang surut, yang dimodelkan menggunakan teknik GIS, dapat mendukung pembuatan keputusan untuk manajemen DAS.

Dengan demikian pendekatan spesifik melalui teknik yang lebih bermanfaat dan akurat, perlu dilakukan. transformasi data kedalam suatu Sistem Informasi Geografis menggunakan Multicriteria Analysis dalam pengambilan keputusan (MCA/Banna dan Costa, 1990; Zimmermann dan Gutsche, 1991; Vincke, 1992; Munda, 1995; Belton dan Stuwert, 2002), dapat digunakan sebagai solusi kombinasi kebijakan dan teknis, namun juga sebagai model dalam menyajikan kondisi lingkungan DAS untuk melakukan perolehan kualitas data dan analisis yang lebih baik.

Sistem Manajemen Alokasi Lahan (SIMAL) adalah suatu sistem analisis Daerah Aliran Sungai (DAS) yang akan dikembangkan dengan memanfaatkan teknik GIS atau Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan menggunakan parameter perubahan pemanfaatan lahan, morfometri dan hydrometri DAS. Atas dasar tersebut masalahnya adalah bagaimana bentuk struktur basis data Sistim Informasi

Manajemen Alokasi Lahan yang sesuai untuk dapat dijadikan dasar dalam analisis pengendalian distribusi genangan yang diaplikasikan dalam kebijakkan pemberian IMB. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi kebutuhan data morfometri dan hydrometric DAS serta mentransformasikan ke dalam bentuk basis data spasial beserta atributnya.

Metodologi

Lokasi Penelitian

Penelitian ini mengambil lokasi sub DAS Lambidaro (Gambar 1), yang meupakan salah satu dari 16 Sub DAS yang membentuk sistem drainase kota Palembang dan bermuara di sungai Musi, yang membelah kota Palembang. Luas wilayah penelitian adalah 65,42 Km^2.

Gambar 1. Wilayah Penelitian Sub DAS Lambidaro

Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian adalah data hidrometri sungai, penampang memanjang (*l*) dan melintang sungai (*b*), kemiringan sungai (*ls*) dan luasan (A) dan kerapatan DAS (*r*). Sementara data *spot height* dan penggunaan lahan diperlukan untuk menganalisis koefisien infiltrasi (*c*) dan time konsentrasi (tc). Dan data dinamis yang selalu berubah adalah data curah hujan (*R*) yang diperlukan untuk menghitung intensitas hujan (*I*) dalam tiap sub DAS.

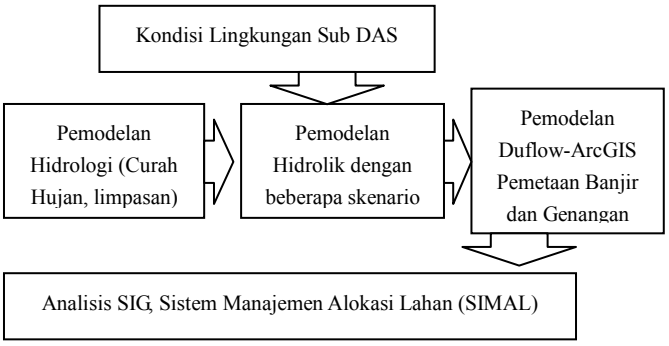
Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini, adalah dengan menggunakan pendekatan model hidrologi dan Sistem Informasi Geografis (SIG). Model hidrologi yang digunakan adalah dengan menggunakan HEC-HMS, sedangkan model hidrodinamik yang digunakan untuk menghitung besarnya limpasan yang terjadi adalah dengan Duflow yang juga akan digunakan untuk penelusuran aliran banjir pada sungai.

Analisis hidrodinamik dilakukan pada sub sistem sungai terpilih yang telah diperoleh dari hasil analisis klaster. Analisis ini memanfaatkan model aliran tidak tunak 1D (Duflow) dengan kondisi batas intensitas hujan maksimum periode ulang 25 tahunan hasil analisis hidrologi yang telah dilakukan sebelumnya serta hasil peramalan pengamatan pasang surut di muara sub sistem sungai terpilih. Tahap pertama dalam analisis hidrodinamik dengan membentuk skematisasi jaringan tata air pada sub DAS yang disesuaikan dengan hasil melalui analisis *terrain morphology* dan *terrain processing* pada ARCGIS-ARC Hydro serta kondisi lapangan, kemudian memasukkan dimensi dari bangunan air, penampang saluran, kondisi batas (pasut, hujan hasil analisis hidrologi) dan debit aliran. Setelah dilakukan perhitungan dari masing-masing segmen/ penampang akan diperoleh beberapa parameter hidrolik seperti tinggi muka air banjir, kecepatan aliran air, debit saluran dan tinggi muka air di sungai dan saluran.

Distribusi genangan yang tejadi pada sub sistem sungai diperoleh dengan mengkombinasikan hasil analisis hidrodinamik dan analisis spasial. Tinggi muka air di sungai dan saluran diinterpolasi sehingga diperoleh distribusi tinggi muka air pada sub sistem sungai terpilih. Kemudian distribusi tinggi muka air tersebut ditumpangsusunkan dengan kondisi topografi sub sistem sungai dalam bentuk DEM 5m x 5m sehingga diperoleh distribusi tinggi genangan terklasifikasi yang terjadi pada masing-masing sub sistem sungai terpilih dengan periode ulang 25 tahunan.

Dengan beberapa skenario perubahan pemanfaatan lahan kemudian dapat diketahui berapa besar efek yang terjadi (perubahan tinggi genangan) akibat perubahan pemanfaatan lahan pada sub sistem yang terpilih. Skenario ini digunakan sebagai salah satu cara untuk melihat kondisi sub sistem sungai yang selanjutnya akan mempengaruhi pola pengendalian lingkungan sungai yang akan dilakukan. Skenario pertama dengan merubah tipe pemanfaatan lahan sehingga nilai C cenderung menurun yang menjadi indikator kondisi sub sistem sungai menjadi lebih baik. Skenario kedua dengan merubah tipe pemanfaatan lahan sehingga nilai C cenderung meningkat, kondisi ini dapat menjelaskan bahwa suatu sub sistem sungai memiliki kondisi yang dianggap mulai terganggu.



Gambar 2. Diagram Alir Metode Penelitian

Hasil dan Pembahasan

Korelasi antara limpasan permukaan dengan variable karakteristik morfometri

Korelasi ini dianalisis untuk menjawab permasalahan mengenai hubungan spasial antara pemanfaatan lahan dengan morfometri sub DAS dan pengaruhnya terhadap besarnya limpasan permukaan. Kuatnya hubungan antara variabel bebas (karakteristik morfometri sub DAS) dan variabel terikat limpasan (Q) tersebut, dilihat melalui nilai korelasi Pearson. Nilai korelasi berkisar antara -1,000 sampai dengan 1,000. Nilai -1.000 menunjukkan korelasi sangat kuat tetapi berarah negatif, sedangkan nilai 1,000 menunjukkan korelasi yang sangat kuat/sangat erat berarah positif.

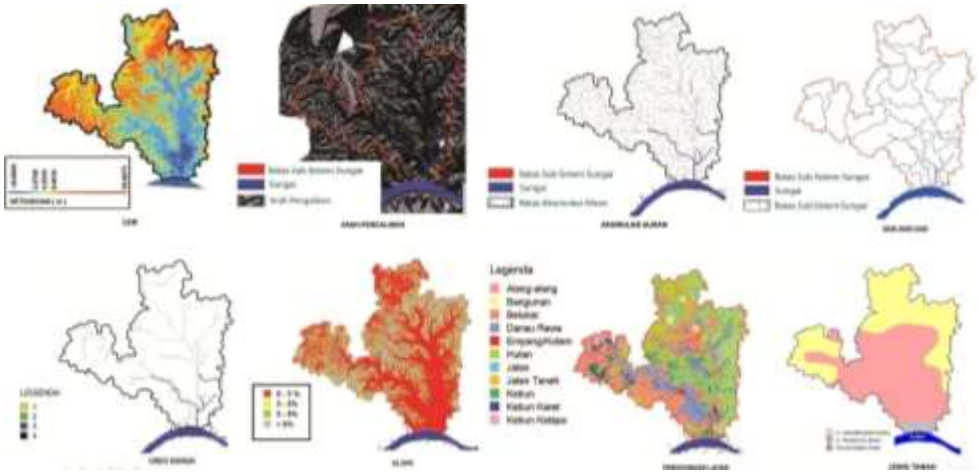
Hasil analisis (pada tingkat kepercayaan 99%) diperoleh nilai korelasi antara variabel Limpasan (Q) sangat kuat berkisar 0,849 – 0,999 dengan variabel Panjang orde sungai (X_1), Panjang sungai (X_2), Luas DAS (X_3), Keliling DAS (X_4), Rata-rata Rb (X_5), Kerapatan aliran (X_6), Tekstur rasio (X_8), angka kekasaran Rn (X_{10}).

Hal ini berarti, terdapat hubungan sangat kuat secara signifikan antara limpasan dengan panjang orde sungai, panjang sungai, luas DAS, keliling DAS, rata-rata Rb, kerapatan aliran, tekstur rasio, angka kekasaran Rn. Sedangkan nilai korelasi kuat terlihat antara limpasan dengan waktu konsentrasi Tc sebesar 0,629. Hal ini berarti pada tingkat signifikansi 5% atau tingkat kepercayaan 95%, terdapat hubungan yang kuat antara limpasan dan waktu konsentrasi (Tc). Nilai korelasi cukup kuat pada Frekuensi aliran (X_7), Relief (X_9) dan kawasan hijau (hutan, pohon, belukar, pekarangan/halaman rumah, sawah, ladang, kebun) (X_{14}). Nilai korelasi rendah antara limpasan dan variabel Koefisien aliran C (X_{12}) sebesar 0,319 dengan tingkat signifikan dan berkorelasi negatif sebesar 0,234 untuk variabel *circularity ratio* Rc (X_{13}). Korelasi antara X_7, X_9, X_{11}, X_{12}, X_{13}, dan X_{14} dengan Q tidak signifikan hal ini dilihat dari nilai signifikansi yg lebih dari 5%.

Karakteristik sub DAS Lambidaro

Genangan sering terjadi pada sub DAS Lambidaro terutama di daerah hilir dan sekitar dataran banjir, ketika musim hujan dan pasang tinggi. Sub DAS Lambidaro dengan luas 65,25 km^2 merupakan sub DAS yang memiliki karakteristik morfometri berbeda dengan sub DAS lainnya di daerah penelitian. Sub DAS Lambidaro berdasarkan pola pengalirannya terbagi menjadi dua sub DAS yaitu Sub DAS Lambidaro Kiri dan sub DAS Lambidaro Kanan yang bermuara ke sungai Musi. Karakteristik morfometri sub DAS Lambidaro terlihat pada Gambar 2. Pemanfaatan lahan di sub DAS Lambidaro di dominasi oleh belukar, pohon, ladang dan hutan berkisar 72 %, permukiman berkisar 4,74% sehingga berpotensi untuk mengalami perubahan pemanfaatan lahan, seperti untuk pembangunan permukiman. Pembangunan permukiman terutama terjadi pada sub DAS Lambidaro Kanan yang dekat dengan jalan utama/poros lingkar luar Kota Palembang (Musi dua). Pada sub DAS Lambidaro Kiri didominasi oleh belukar dan rawa. Sub DAS sungai Lambidaro memiliki ketinggian bervariasi kurang dari 10 m dpl di daerah muara sampai 36m didaerah hulu. Kemiringan lereng didominasi sebesar 0-3 dan lebih dari 8% dengan ketinggian maksimum 36 mdpl pada daerah hulu. Kondisi sungai masih alami terutama di Lambidaro Kiri, sedangkan sebagian sungai di sub DAS Lambidaro Kanan telah dinormalisasi dengan perkuatan tebing.

Dengan kondisi pemanfaatan lahan, kemiringan lereng, kerapatan aliran dan jenis tanah, maka rentang nilai koefisien limpasan pada sub DAS Lambidaro terlihat pada Gambar 3. Nilai koefisien limpasan sub DAS Lambidaro sebesar 0,66. Hal ini berarti 34% dari total curah hujan yang jatuh pada sub DAS sungai Lambidaro masih dapat terinsepsi.



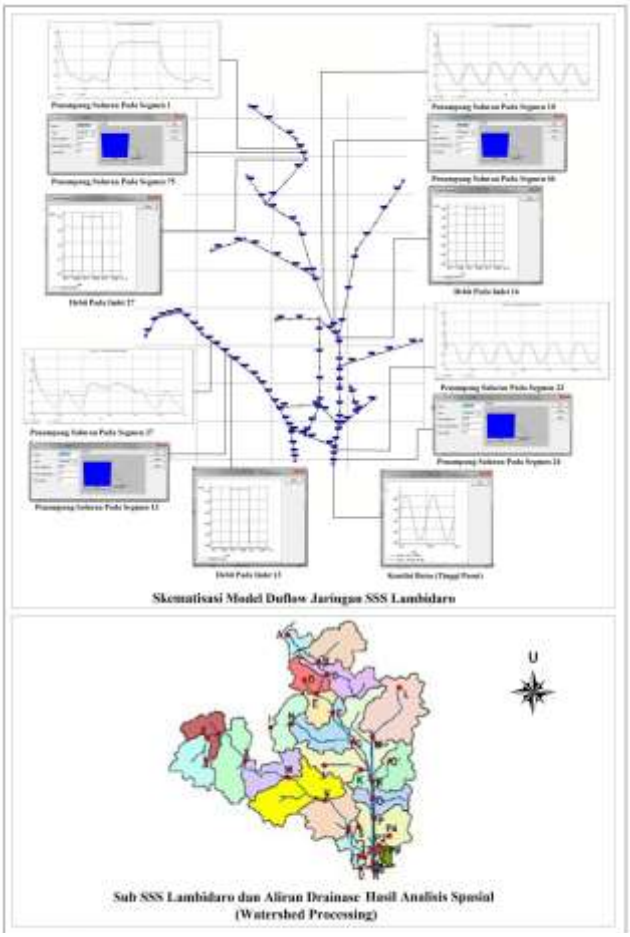
Gambar 3. Karakteristik morfometri sub DAS Lambidaro

Model hidrodinamik sub DAS Lambidaro

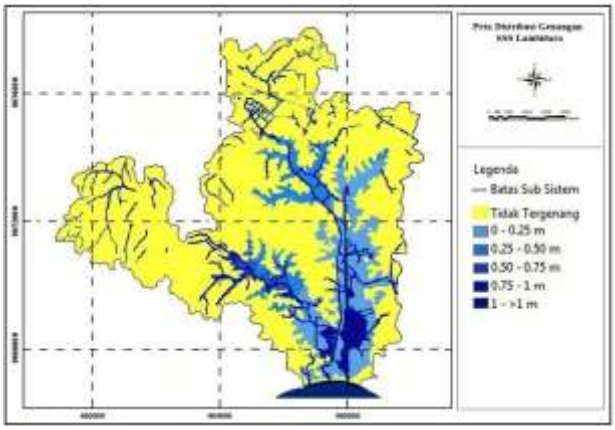
Simulasi model Duflow-ArcGIS dilakukan pada sub DAS Lambidaro. Skematisasi jaringan tata air berdasarkan ekstraksi DEM dengan pola aliran yang menghasilkan batas sub DAS dan *drainage line* untuk menggambarkan limpasan pada bantaran banjir dibangun terlebih dahulu. (Gambar 4). Skematisasi jaringan sub DAS Lambidaro dibangun dengan memasukkan data profil melintang maupun memanjang saluran per segmen berdasarkan hasil pengukuran di lapangan. Lebar saluran berkisar 11 – 18 m. Kondisi batas untuk model Duflow terdiri dari kondisi batas di hulu seperti limpasan dari hulu sub DAS Lambidaro dan kondisi batas di hilir, seperti tinggi muka air di muara sungai Lambidaro. Parameter hidrologi curah hujan diambil dari hasil analisis distribusi curah hujan harian maksimum dengan metode Gumbell untuk periode 25 tahunan sebesar 163 mm/hari. Nilai C tertimbang masing-masing sub DAS Lambidaro dihitung dari hasil analisis spasial penggunaan lahan, kemiringan lereng, jenis tanah dan kerapatan aliran per sub DAS seperti pada Gambar 3. Tinggi muka air pada segmen-segmen tertentu jaringan drainase sub DAS Lambidaro terlihat pada Gambar 4. Hasil pemodelan hidrodinamik, kondisi eksisting dari sub DAS Lambidaro dapat didekati dengan skenario periode ulang 25 tahunan.

Ketinggian muka air pada masing-masing segmen kemudian ditransformasikan kedalam DEM sub DAS Lambidaro, kemudian diinterpolasi dengan prosedur Arc GIS untuk mendapatkan distribusi genangan yang akan terjadi dengan skenario periode ulang 25 tahunan. Hasil analisis distribusi genangan sub DAS Lambidaro diklasifikasikan menjadi enam klasifikasi, yaitu: (1) daerah yang tidak tergenang, (2) tergenang dengan ketinggian kurang dari 0,25 m, (3) ketinggian 0,25 – 0,5 m, (4) ketinggian 0,5-0,75 m, (5) ketinggian 0,75-1 m dan (6) ketinggian lebih dari 1 m. Hasil permodelan hidrodinamik menggunakan model Duflow yang dilanjutkan dengan analisis distribusi genangan yang akan terjadi dengan skenario periode ulang 25 tahunan terlihat seperti pada Gambar 5.

Daerah-daerah yang tergenang pada sub DAS Lambidaro merupakan daerah akumulasi aliran dan dari pengamatan lapangan merupakan daerah rendah yang memiliki kemiringan lereng 0-3% dengan jenis penggunaan lahan di dominasi rawa (Gambar 6 dan 7). Kalibrasi model ini ditunjukkan dengan kesesuian tinggi genangan yang terjadi di lapangan dengan R^2 0,869

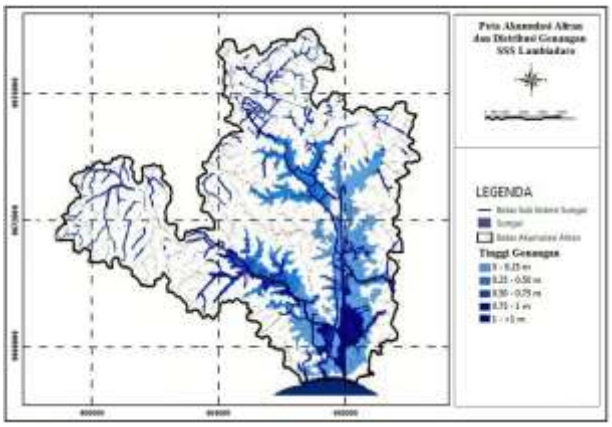


Gambar 4. Skemasisasi dan drainage line simulasi banjir

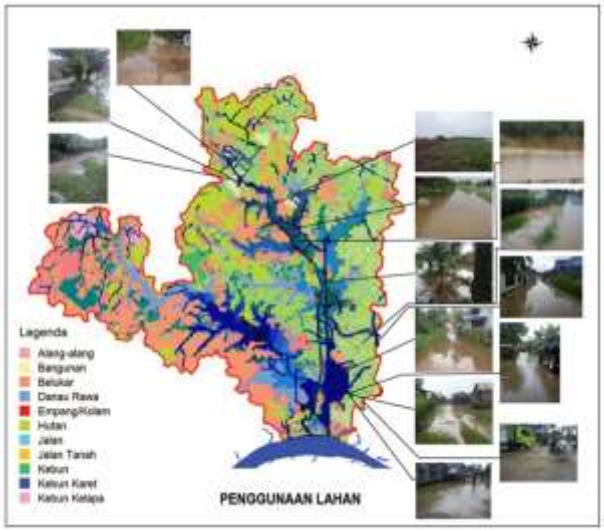


Gambar 5. Distribusi genangan akibat perubahan pemanfatan lahan pada sub DAS Lambidaro

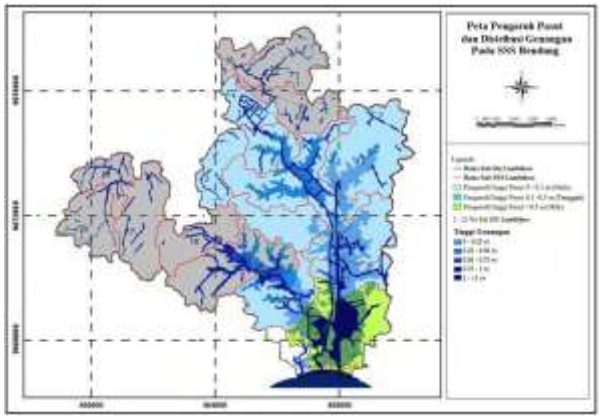
Pengaruh pasang surut pada sub DAS Lambidaro bagian hulu seluas 756.81 ha, tengah 2821,6 ha dan bagian hilir 513,23 ha. Sedangkan untuk sub DAS Lambidaro bagian kiri, daerah hulu seluas 1854,5 ha, tengah 380,5 ha dan bagian hilir 131,1 ha. Distribusi genangan ditumpangsusunkan dengan sub_DAS Lambidaro dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 6. Daerah genangan ditumpangsusunkan dengan akumulasi aliran



Gambar 7. Distribusi genangan ditumpangsusunkan dengan penggunaan lahan



Gambar 8. Distribusi genangan ditumpangsusunkan dengan sub DAS Lambidaro bagian hulu, tengah dan hilir

Skenario Perubahan Pemanfaatan Lahan

Skenario zonasi untuk melihat efek perubahan pemanfaatan lahan terhadap distribusi genangan yang akan terjadi pada sub DAS Lambidaro. Skenario perubahan pemanfaatan lahan dibuat sebanyak 5 Skenario, yaitu :

(1) Skenario pertama dengan merubah tipe pemanfaatan lahan yang masih mungkin untuk dirubah menjadi kawasan hijau (hutan kota, taman) sehingga dapat menurunkan nilai C.

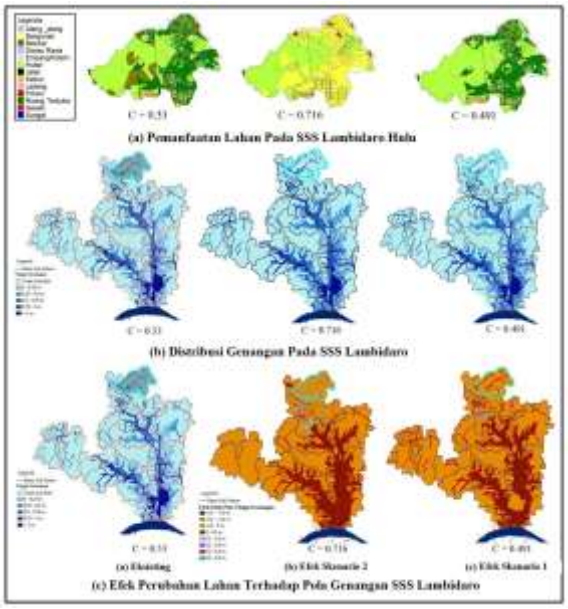
(2) Skenario kedua dengan merubah tipe pemanfaatan lahan sub DAS Lambidaro bagian kanan yang masih mungkin dirubah menjadi permukiman (melihat perkembangan kota saat ini) sehingga berakibat meningkatnya nilai C.

(3) Skenario ketiga sama dengan skenario pertama hanya dilakukan pada sub DAS Lambidaro Kiri.

(4) Skenario keempat sama dengan skenario kedua hanya dilakukan pada sub DAS Lambidaro Kiri.

(5) Skenario kelima dengan merubah pemanfaatan lahan dengan nilai C berbeda mulai dari 0,2 sampai 0,9.

Beberapa efek dari skenario perubahan pemanfaatan lahan pada sub DAS bagian hulu, tengah dan hilir dengan memperkecil dan meningkatkan nilai koefisien limpasan C per sub-sub DAS dilakukan untuk mereduksi dan meningkatkan genangan yang terjadi diperlihatkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Efek perubahan pemanfaatan lahan sub DAS Lambidaro bagian hulu

Kesimpulan

1) Kapasitas drainase Sungai Lambidaro rata-rata 14,25 m^3/det, tidak mampu mengalirkan debit air periode ulang 25 tahun sebesar 52,43 m^3/det

2) Debit banjir rencana periode ulang 25 tahun mengakibatkan genangan seluas yaitu 609.01 Ha atau sekitar 1.1% dari luas total Sub Sistem Sungai Lambidaro, Lama genangan bervariasi

antara 3 jam sampai 59 jam dengan ketinggian genangan antara 0.01 m dari elevasi tebing kiri sungai +2,5 m sampai 1.80 m dari elevasi tebing kanan sungai + 1,5m

3) Efek perubahan pemanfaatan lahan pada beberapa scenario yang dibuat, membuktikan bahwa apabila perubahan pemanfaatan lahan tidak dikendalikan dengan baik, maka luas genangan akan meluas dari daerah hilir, tengah hingga ke daerah hulu

Ucapan terima kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Kementrian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi, atas dukungan dana penelitian Hibah Unggulan Perguruan Tinggi untuk masa penelitian 2016-2018.

Demikian juga ucapan terima kasih disampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Sriwijaya, atas kesempatan yang diberikan kepada penulis dalam memperoleh dana hibah penelitian ini.

Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada Laboratorium Survei Pemetaan, Penginderaan Jauh dan GIS dalam dukungan peralatan untuk melaksanakan pengukuran di Lapangan.

Daftar Pustaka

BanaE, Costa CA, Da Silva PA, Nunes Correia F (2004) Multicriteria Evaluation of Flood Control Measures: The Case of Ribeirado Livramento. Water Resour Manag 18 (21): 263–283

Brouwer R, van Ek R (2004) Integrated ecological, economic and social impact assessment of alternative flood control policies in the Netherlands. Ecol Econ 50 (1–2):1–21

DiLuzio M, Srinivasan R, Arnold JG, Neitsch SL (2002) Soil and water assessment tool. Arc view GIS Interface Manual: Version 2000. GSWRL Report 02-03, BRC Report 02-07. Texas Water Resources 1238 J.P. Patil, et al.

He C (2003) Integration of geographic information systems and simulation model for watershed management. Environ Model Softw 18(8–9):809–813

Malczewski J (1999) GIS and multicriteria decision analysis. Wiley, NewYork Malczewski J (2006) GIS- based multicriteria decision analysis :a survey of the literature. Int J Geogr Inf Sci 20 (7):703–726

Malczewski J, Chapman T, Flegel C, Walters D, Shrubsole D, Healy MA (2003) GIS multicriteria evaluation with ordered weight edaveraging (OWA) :case study of developing watershed management strategies. Environ Plan A 35 (10): 1769–1784

Olivera F, Valenzuela M (2002) Watershed and srteam delineation tool interface. http://cprofs.tamu.edu/folivera/GISTools/wsdt/ home.htm. Cited 26 June 2006

Sarangi A, Bhattacharya AK (1999) Small watershed runoff generation model. J Soil Water Conserv 43 (3&4):176–188

Sumi Amarina Hamim, 2012, Model Pengendalian Lingkungan sub Sistem Sungai Dalam Manajemen Sistem Drainase Kota Palembang, Disertasi, Program Doktor Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana, UNSRI

Sarangi A, Bhattacharya AK (2005) Comparison of artificial neural network and regression models for sediment loss prediction from Banha watershed in India. Agric Water Manag 78:195–208

Sarangi A, Madramootoo CA, Singh DK (2004) Development of ArcGIS assisted user interfaces for estimation of watershed morphologic parameters. J Soil Water Conserv 3(3, 4):139–149

Shrestha MN (2003) Spatially distributed hydrological modelling considering land-use changes using remote sensing and GIS, Water Resources, Map Asia Conference 2003, Map Asia 2003. http://www.gisdevelopment.net

Zade M, Ray SS, Dutta S, Panigrahy S (2005) Analysis of runoff pattern for all major basins of India derivedusing remote sensing data. Curr Sci 88(8):1301–1305

Sadiki, A., Faleh, A., Navas, A., Bouhlassa, S., 2007. Assessing soil erosion and control factors by the radiometric technique in the Boussouab catchment, Eastern Rif, Morocco. CATENA 71, 13–20.

Tyagi, J., Mishra, S., Singh, R., Singh, V., 2008. Cscnbased timedistributed sediment yield model. Journal of Hydrology 352, 388– 403.