

Dampak Perubahan Hidrologis Dan Perkembangan Tata Guna Lahan Pada Permukiman Lahan Basah Di Kota Dumai

Muhammad Rijal, ST, MT¹- Pedia Aldy, ST, Msc².

¹Dosen Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Riau, email: mrijal.unri@yahoo.com

²Dosen Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Riau, email: aldypedia@gmail.com

Abstrak- Berdasarkan fenomena-fenomena perubahan hidrologis dan perkembangan tata guna lahan pada kawasan permukiman lahan basah di Kota Dumai, telah mengakibatkan terjadinya percepatan aliran dan cadangan air yang ada diatas permukaan tanah menjadi berkurang. Jika tidak dikelola dengan hati-hati dan sesuai karakteristiknya akan menurunkan kualitas lingkungan dan mengganggu keseimbangan hidrologis kawasan tropis. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui dampak perubahan hidrologis kawasan dan perkembangan tata guna lahan akibat perkembangan debit sungai harian sebelum dan sesudah kegiatan normalisasi sungai dalam rangka pemanfaatan lahan basah tropis sebagai fungsi lahan permukiman di Kota Dumai. Penelitian ini dilakukan secara kualitatif untuk mengetahui dampak perubahan hidrologis kawasan dan tata guna lahan yang ditimbulkan akibat pembangunan permukiman pada lahan basah tropis di Kota Dumai. Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan bahwa perubahan tata guna lahan pada kawasan lahan tropis di wilayah penelitian dari tahun 2001 hingga 2010 menunjukkan pergeseran dalam pola pemanfaatan lahan. Semakin berkembangnya lahan permukiman diikuti dengan menyusutnya wilayah lahan basah tropis. Hal ini dikarenakan perubahan hidrologis kawasan akibat pembangunan, sehingga terjadinya pengeringan lahan basah tropis disepanjang DAS, rusaknya kondisi biofisik lahan, hilangnya fungsi lahan basah sebagai penyimpan air dan memperlambat aliran air serta terganggunya ekosistem lahan basah yang sangat produktif dan mempunyai banyak manfaat yang penting sebagai pengendali banjir.

Kata kunci : Lahan Basah Tropis, Daerah Aliran Sungai, Pembangunan Pemukiman.

1. PENDAHULUAN

Sungai biasanya memiliki hubungan yang erat dengan sejarah berdiri dan terjadinya suatu kota. Dalam kajian perkembangan kota-kota di Asia Tenggara khususnya lingkup studi kota-kota sungai di pantai timur Pulau Sumatera, Manguin menggambarkan (dalam William, Marsden. 1999) bahwa pada mulanya struktur kota yang terbentuk pada kawasan sungai dimulai dari jalan-jalan (akses) yang harus dilalui dari pantai-pantai di bagian utara Pulau Sumatera. Karakter lahan yang mula-mula dijumpai adalah pantai pasir atau rawa-rawa (lahan basah tropis),

kemudian memasuki sungai-sungai dangkal yang dapat diarungi beberapa ratus meter dari hulu dengan memakai jalan setapak berlumpur dari desa ke desa dan memusat ke tepi sungai. Hal ini menunjukkan bahwa awal mulanya terbentuk permukiman pada wilayah pesisir pantai timur Pulau Sumatera cenderung berada pada wilayah sungai, namun aksesnya tetap melalui bibir pantai dan mengarungi wilayah rawa sebelum memasuki wilayah permukiman. Namun pada saat ini, situasi tersebut mungkin sudah terbalik, dikarenakan keberadaan permukiman yang dijumpai saat ini cenderung menggunakan lahan basah tropis, akibat pertambahan penduduk dan kebutuhan akan lahan pertanian yang terus meningkat.

Karakter lahan disekitar sungai berbeda antara wilayah satu dengan lainnya. Seperti halnya dengan Kota Dumai sebagai salah satu kota sungai yang terletak pada kawasan timur Pulau Sumatera, kecenderungan terbentuknya aliran sungai disekitar lahan basah dapat dilihat dengan keberadaan 15 buah sungai yang dapat dilalui oleh kapal, sampan dan perahu sampai jauh ke daerah hulu sungai. Hampir 50% wilayah administrative Kota Dumai di dominasi oleh karakter lahan basah tropis (*wetland*). Lahan basah tropis (*wetland*) yang lebih dikenal sebagai lahan gambut dicirikan dengan kandungan bahan organik yang tinggi, sehingga tingkat keasaman tanah tinggi, namun mempunyai ketersediaan hara makro dan mikro yang sangat rendah.

Sejalan dengan peningkatan jumlah penduduk di Kota Dumai maka kebutuhan akan perluasan lahan permukiman juga meningkat. Konversi lahan gambut sebagai lahan basah tropis yang diperuntukan bagi permukiman tak terelakan, disertai dengan kegiatan normalisasi sungai serta pembangunan saluran-saluran drainase sebagai salah satu prasarana umum yang harus disediakan untuk mengatasi permasalahan banjir pada lingkungan permukiman. Namun kenyataannya, kegiatan-kegiatan pembangunan permukiman pada lahan basah tropis tidak hanya menyebabkan rusaknya kondisi biofisik lahan gambut, tapi permasalahan yang harus diperhitungkan adalah hilangnya fungsi lahan gambut sebagai penyimpan dan penyerap karbon. Akibatnya, program kegiatan normalisasi sungai untuk permukiman dalam upaya mengatasi banjir akan sia-sia, karena fungsi lahan basah tropis sudah berkurang (bahkan cenderung

hilang) disebabkan kebijakan pembangunan permukiman yang salah.

Tindakan konversi lahan gambut untuk wilayah permukiman sangat jelas akan mengganggu semua fungsi lahan gambut. Tindakan tersebut dapat mengubah ekosistem lahan basah tropis, menguras simpanan karbon dan menghilangkan kemampuan kemampuan gambut untuk menyimpan air 13x lipat dari bobotnya dalam sistem hidrologi kawasan hilir sungai. Kegiatan normalisasi sungai untuk kepentingan wilayah permukiman akan mengakibatkan terjadinya percepatan aliran dan cadangan air yang ada diatas permukaan tanah menjadi berkurang. Pemanfaatan fungsi lahan basah untuk permukiman di Kota Dumai jika tidak dikelola dengan hati-hati dan sesuai karakteristiknya akan menurunkan kualitas lingkungan serta mengganggu keseimbangan hidrologis kawasan.

Dengan pengorbanan yang besar dari sisi kualitas lingkungan, penggunaan lahan gambut untuk permukiman memberikan keuntungan ekonomi yang relatif lebih kecil dibandingkan dengan lahan mineral. Namun di satu sisi, pertambahan jumlah penduduk yang tinggi dan kebutuhan akan lahan permukiman yang terus meningkat, mau-tidak mau, wilayah lahan basah tropis menjadi target dalam pengembangan permukiman. Harus ada solusi konkrit untuk mengatasi permasalahan dengan bijaksana, salah satunya mengkaji dampak kegiatan normalisasi dan pemanfaatan fungsi lahan basah tropis bagi pembangunan permukiman di Kota Dumai disertai solusi alternative-alternatif dalam perancangan permukiman pada wilayah lahan basah tropis untuk direalisasikan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan secara kualitatif dengan memperhatikan hasil kajian bersama atas perkembangan debit aliran sungai yang ditimbulkan akibat kegiatan pembangunan permukiman di Kota Dumai. Perhitungan debit aliran sungai dilakukan bersama oleh peneliti dengan Roma Dona (2010), staf Dinas Pekerjaan Umum Kota Dumai, yang digunakan sebagai bahan penyusunan tesisnya bidang ilmu lingkungan di Universitas Riau.

Sebagian hasil analisis dari Roma Dona (2010) tentang dampak hidrologis kawasan dituangkan peneliti dalam tulisan ini sebagai bentuk perhatian bidang lingkungan yang dikuasainya. Hasil analisa dampak hidrologis kawasan lahan basah digunakan peneliti untuk mengkaji lebih lanjut dan dibahas lebih mendalam secara kualitatif dampak yang ditimbulkan akibat pembangunan permukiman pada lahan basah tropis di tinjau dari sektor permukiman.

Lokasi penelitian dilakukan pada wilayah Sungai Mampu Kelurahan Tanjung Penyembal Kecamatan Sungai Sembilan di Kota Dumai

dengan luas wilayah mencapai ± 7.500 Ha. Pemilihan lokasi penelitian ini dilakukan secara sengaja (*purposive*) yaitu pada lahan rawa bergambut di sekitar Sungai Mampu di Kelurahan Tanjung Penyembal Kecamatan Sungai Sembilan Kota Dumai, dengan pertimbangan bahwa lokasi tersebut terjadi pemanfaatan lahan untuk permukiman. Kelurahan Tanjung Penyembal Kecamatan Sungai Sembilan terletak pada posisi $101^{\circ}07'80'' - 101^{\circ}21'80''$ Bujur Timur dan $1^{\circ}47'50'' - 1^{\circ}50'23''$ Lintang Utara.

3. PEMBAHASAN

3.1. Dampak Perubahan Hidrologis Lahan Basah Tropis

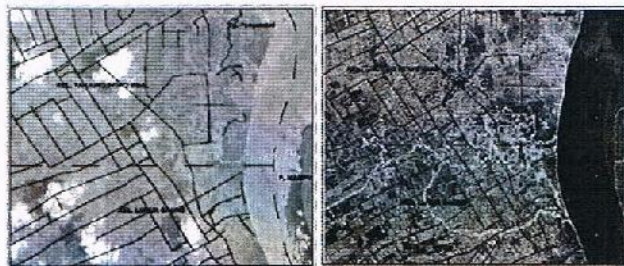
Dampak perubahan hidrologis lahan basah tropis tidak hanya faktor fisik dan lingkungannya saja namun juga campur tangan manusia dalam aktifitasnya mengadakan pembangunan-pembangunan di wilayah sungai. Bentuk pengaruh campur tangan manusia salah satunya adalah kegiatan normalisasi sungai untuk kepentingan permukiman. Campur tangan manusia dapat mengakibatkan perubahan hidrologi kawasan lahan basah tropis yang jauh lebih cepat daripada pengaruh alami.

Dampak perubahan hidrologis kawasan dari kegiatan normalisasi sungai dapat ditinjau dari perubahan vegetasi, sedimentasi, daya tampung pada hulu dan hilir sungai yang menggambarkan keterpaduan dalam pembentukan hidrologis kawasan lahan basahnya.

Sebelum tahun 2002 masih banyak jenis tumbuhan keras atau vegetasi tinggi yang hidup pada daerah hulu dan hilir sekitar wilayah sungai. Pada sungai masih ditemui sisa-sisa vegetasi misalnya kayu mati yang posisinya melintang atau miring di sungai. Namun pada tahun 2010, vegetasi-vegetasi tersebut sudah jarang di jumpai akibat pembukaan lahan permukiman pada wilayah tersebut.

Perubahan vegetasi ini menyebabkan hilangnya fungsi hidraulik kawasan lahan basah, bahwa kumpulan kayu-kayu yang telah mati seharusnya berfungsi menghambat aliran air ke hilir, aliran air terbendung sehingga air tertahan di daerah hulu. Harus disadari bahwa ekologi dengan kumpulan kayu-kayu yang telah mati ini dapat menciptakan keheterogenan kecepatan aliran air dan kedalaman muka air. Disamping itu juga terjadi terjunan-terjunan kecil yang dapat

meningkatkan kandungan oksigen dalam air. Kondisi fisik yang demikian ini merupakan habitat yang cocok untuk flora dan fauna suatu sungai, sekaligus berfungsi sebagai retensi aliran air.



gambar 1 : Perubahan Hidrologis Lahan Basah Tropis Tahun 2002 - 2010 Pada Lokasi Penelitian

Pada tahun 2002 masih terdapat jalan lingkungan, namun pada tahun 2010 jalan tersebut sudah hilang akibat genangan air dari pelimpahan pekerjaan drainase di hilir sungai. Ternyata sungai yang mengapit Sungai Mampu yaitu Sungai Sembilan dan Sungai Nerbit memiliki aliran penghubung / Sub DAS yang sama. Aliran penghubung ini berada pada posisi sejajar dengan bibir pantai yang terbentuk dari proses alam puluhan atau ratusan bahkan ribuan tahun lalu. Namun pada kenyataannya pemerintah setempat lebih cenderung untuk mengutamakan perbaikan saluran drainase yang arahnya tegak lurus atau sejajar bibir pantai. Hal ini menjadi tanda tanya apakah pekerjaan drainase yang arah vertikal terhadap bibir pantai (mengalirkan langsung aliran sungai ke laut) akan menyebabkan genangan baru ataukah pekerjaan drainase yang sejajar dengan bibir pantai akan menimbulkan vegetasi baru?

Fakta di atas mengungkapkan bahwa pekerjaan normalisasi sungai untuk kepentingan permukiman dengan tujuan mempercepat arus dari hulu ke hilir sungai telah menyebabkan hilangnya ekosistem lahan basah pada muara sungai. Akibat dari kegiatan drainase dalam proses yang lama dan berkesinambungan menghasilkan endapan-endapan baru pada muara sungai berupa delta dan ranting-ranting yang tidak terpakai sehingga kecepatan aliran air pada hulu Sungai Mampu lebih rendah dibanding dengan aliran air pada daerah hilir. Endapan-endapan baru yang ditimbulkan akibat kegiatan drainase ini pada bagian hulu tidak dapat menampung aliran dari bagian hilir. Sedangkan pada bagian hilir akibat endapan-endapan yang terjadi akan mengganggu ekosistem pada daerah sungai. Endapan-endapan tersebut menghasilkan tumbuhan yang hidup didaerah gambut. Dari sini dapat dihitung, konsentrasi lahan basah pada bagian hilir sungai mampu akan menyempit sedangkan pada bagian hulunya konsentrasi lahan basah akan makin melebar yaitu berupa rawa-rawa. Maryono (2001) mengusulkan konsep eko-drainase sebagai suatu usaha membuang/mengalirkan air kelebihan ke sungai dengan waktu seoptimal mungkin sehingga tidak menyebabkan terjadinya masalah kesehatan dan banjir di sungai yang terkait (akibat kenaikan debit puncak dan pemendekan waktu mencapai debit puncak).

Apabila pekerjaan drainase dibuat dengan maksud menghubungkan Sungai Mampu dengan sungai disekitarnya yaitu Sungai Sembilan dan Sungai Nerbit

mungkin saja ekosistem lahan basah pada sekitar lahan yang notabene terletak pada Sungai Sembilan dan sungai Nerbit tumbuh alami. Hal ini menunjukkan bahwa konsep drainase konvensional yang selama ini dianut yaitu sebagai usaha untuk membuang/mengalirkan air kelebihan di suatu tempat secepat-cepatnya menuju sungai dan secepat-cepatnya dibuang ke laut, menurut tinjauan eko-hidraulik tidak bisa lagi dibenarkan. Dengan konsep pembuangan secepat-cepatnya ini, akan terjadi akumulasi debit di bagian hilir dan rendahnya konservasi air untuk ekologi di hulu. Sungai di hilir akan menerima beban debit yang lebih tinggi dan waktu debit puncak lebih cepat dari pada keadaan sebelumnya dan akan terjadi penurunan kualitas ekologi daerah hulu. Jika sungai kecil, menengah, dan besar dijadikan sarana drainase dengan konsep konvensional seperti diatas bagi, maka akan didapat suatu rezim saluran drainase sebagai ganti rezim sungai.

Kegiatan drainase yang dilakukan oleh pemerintah setempat hanya menghubungkan bagian hulu dan hilir sehingga bagian muara sungai tidak dilaksanakan. Penyelesaian masalah di wilayah keairan atau sungai jangan hanya melihat/membatasi pada daerah lokal saja tetapi juga harus memperhatikan secara keseluruhan wilayah hulu sampai hilir serta aspek ekologi sungai yang memiliki banyak keanekaragaman hayati (flora dan fauna). Normalisasi sungai akan berakibat terjadinya percepatan aliran air menuju hilir. Sungai dibagian hilir akan menampung volume aliran air yang lebih besar dalam waktu yang lebih singkat dibanding sebelumnya. Jika tampung sungai di hilir tidak mencukupi maka akan terjadi banjir. Mungkin di bagian hulu yang diluruskan masalah banjir akan teratasi tetapi di bagian hilirnya akan menerima beban banjir yang lebih besar.

3.2. Dampak Perubahan Tata Guna Lahan

Dampak perubahan hidrologis kawasan lahan basah tropis tentu sangat berpengaruh terhadap perubahan tata guna lahan. Kawasan lahan basah tropis akan berkurang akibat kegiatan normalisasi DAS menimbulkan lahan yang siap difungsikan sebagai lahan permukiman, karena sudah tidak berfungsinya lahan basah gambut sebagai tempat penyimpanan cadangan air.

TABEL 1.
Pergeseran Luas Fungsi Lahan Pada Catchment Area Wilayah Sungai Mampu Tahun 2002 Dan 2010

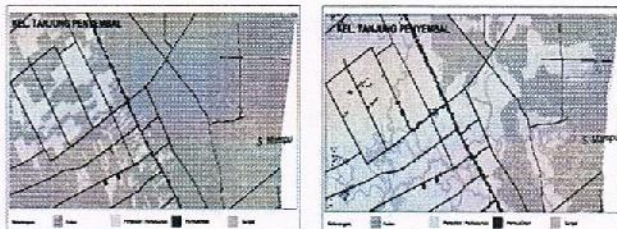
No	Fungs i h a n	L u a s L a h a n (%)	
		T a h u n 2 0 0 2	T a h u n 2 0 1 0
1	H u t a n	8 2	2 2
2	P e r t a n i a n / P e r k e b u n a n	1 7	7 3
3	P e r m u k i m a n d a n l i	1	5

Sumber : Hasil analisa peta citra Kota Dumai tahun 2001 dan 2010, Dona (2010)

Berdasarkan tabel 1 dapat di deskripsikan bahwa lahan hutan mendominasi wilayah lahan basah sekitar 82% daripada wilayah keseluruhan pada tahun 2002. Sedangkan sisanya berupa pertanian/perkebunan dan permukiman. Di bandingkan pada tahun 2010 telah terjadi pemutarbalikan kondisi antar lahan hutan dan perkebunan/pertanian. Di sini terlihat gambaran bahwa lahan permukiman dan pertanian/perkebunan mendominasi wilayah ini sekitar 78% dibandingkan lahan hutan. Melihat dari perkembangan lahan ini mungkin akan berdampak

hilangnya fungsi lahan hutan gambut bila tidak memperhatikan konsep fungsi hidrologis kawasan lahan basah tropis.

Dona (2010) mengungkapkan bahwa perubahan pola tata guna lahan pada kawasan sungai mampu untuk tahun 2002 dan 2010 menunjukkan pergeseran dalam pemanfaatan lahan pada *catchment* area seluas 2790 Ha. Dari gambar dibawah ini dapat disimpulkan bahwa makin berkembangnya lahan permukiman dan perkebunan diikuti dengan menyusutnya wilayah hutan tropis. Pesatnya perkembangan jumlah penduduk salah satu faktor penyebab menyusutnya wilayah hutan tropis sebagai daerah tangkapan air dalam rangka membuka lahan permukiman baru.



Gambar 2. Perubahan Tata Guna Lahan dari Tahun 2002 -2010 pada Lahan Basah Tropis

Faktor-faktor lain yang berpengaruh terhadap perubahan tataguna lahan akibat besarnya perubahan air larian adalah tanah, iklim dan persentase luas DAS. Semakin besar perubahan, misalnya perubahan dari hutan menjadi ladang pertanian, semakin besar pula perubahan yang terjadi pada air larian (Asdak, 1995). Program kegiatan normalisasi sungai bermaksud untuk memperhalus dinding sungai, sehingga daya pengaliran debit sungai di tempat tersebut dapat dipertinggi dan level muka air dapat direndahkan, sehingga tidak membanjiri permukiman setempat. Dengan kondisi ini, diharapkan masyarakat akan merasa aman tinggal di wilayah DAS tersebut. Tetapi rasa aman ini akan berakibat fatal di kemudian hari. Dalam contoh kasus yang kecil, disini dijumpai gejala perubahan kondisi lahan yang cukup signifikan, dimana terjadinya pengeringan pada lahan basah/lahan gambut ± 250 m dari parit melati (parit buatan). Parit buatan yang dibangun pada tahun 2010 pada lahan basah tersebut dibuat oleh Dinas Pekerjaan Umum Kota Dumai bertujuan untuk mengalirkan air yang tergenang di sekitar kawasan hulu Sungai Mampu sehingga mempengaruhi luas lahan basah sekitar muara. Masyarakat awam tidak pernah berpikir akibat dari tuntutan mereka yang menginginkan normalisasi sungai untuk mengatasi masalah banjir di daerahnya. Akibat dari pekerjaan normalisasi parit buatan tersebut diperkirakan telah terjadi penyusutan lahan basah tropis seluas ± 37,5 Ha. Bayangkan jika begitu banyaknya parit melati- parit melati lainnya yang akan dipersiapkan oleh pemerintah untuk kepentingan mengatasi banjir bagi permukiman. Banjir mungkin bisa teratasi, namun hilangnya fungsi lahan basah akan menimbulkan permasalahan baru dikemudian harinya.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Konsep drainase konvensional yang selama ini dianut yaitu sebagai usaha untuk membuang/mengalirkan air

kelebihan di suatu tempat permukaan dengan secepat-cepatnya menuju sungai dan dibuang ke laut, menurut tinjauan eko-hidrolik tidak bisa lagi dibenarkan pada lahan basah tropis. Dengan konsep pembuangan secepat-cepatnya ini, akan terjadi akumulasi debit di bagian hilir dan rendahnya konservasi air untuk ekologi di hulu. Sungai di hilir akan menerima beban debit yang lebih tinggi dan waktu debit puncak lebih cepat dari pada keadaan sebelumnya dan akan terjadi penurunan kualitas ekologi daerah hulu. Normalisasi sungai akan berakibat terjadinya percepatan aliran air menuju hilir. Sungai dibagian hilir akan menampung volume aliran air yang lebih besar dalam waktu yang lebih singkat dibanding sebelumnya. Jika tampung sungai di hilir tidak mencukupi maka akan terjadi banjir. Jika di bagian hulu yang diluruskan, masalah banjir mungkin akan teratasi, tetapi di bagian hilirnya akan menerima beban banjir yang lebih besar.

2. Perubahan tata guna lahan pada kawasan lahan tropis di wilayah penelitian dari tahun 2001 hingga 2010 menunjukkan pergeseran dalam pola pemanfaatan lahan. Semakin berkembangnya lahan permukiman dan perkebunan diikuti dengan menyusutnya wilayah lahan basah tropis. Pengaruh campur tangan manusia dapat mengakibatkan perubahan hidrologi kawasan yang jauh lebih cepat daripada pengaruh alami.
3. Pekerjaan drainase/normalisasi sungai bagi permukiman yang dilakukan Dinas Pekerjaan Umum seharusnya memperhatikan konsep-konsep ekologi. Pengelompokan wilayah sungai oleh para ahli sipil sebelum tahun 1980-an kebanyakan hanya berdasarkan pada pertimbangan fisik hidrolik. Dalam konsep eko-hidrolik, pengelompokan sungai tidak lagi hanya didasarkan pada pertimbangan komponen fisik hidrolik namun juga harus berdasarkan komponen ekologi.
4. Konservasi lahan basah untuk wilayah permukiman juga harus memikirkan kaidah-kaidah dan fungsi ekosistemnya sehingga kontribusi yang penting bagi pembangunan dapat terjaga. Jadi untuk memperkecil tingkat kerusakan lahan basah maka ada beberapa solusi yang bisa dilakukan seperti: renaturalisasi sungai yaitu mengembalikan sungai kepada bentuk yang alamiah demi mempertahankan dan menjaga kelangsungan ekosistem di sungai; mempertahankan vegetasi di bantaran sungai; membuat lubang resapan biopori yang berguna untuk mengubah sampah organik menjadi kompos; serta membuat sumur resapan yang bertujuan untuk menggantikan peresap alami yang hilang akibat meluasnya lahan pembangunan yang telah tertutup.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agus, F. 2009. Cadangan karbon, emisi gas rumah kaca dan konservasi lahan gambut. Prosiding Seminar Dies Natalis Universitas Brawidjaya ke 46, 31 Januari 2009, Malang.
- [2] Asdak. 1995. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- [3] Badan Perencanaan Kota Dumai, 2001. Laporan Rencana Tata Ruang dan Wilayah Kota Dumai, Pemerintah Daerah Kota Dumai.
- [4] Brinson, MM (1993). *A hydrogeomorphic soil carbon loss over a quarter century and it's plans for the future.*

classification for wetlands. Wetland research programme technical report WRP-DE-4. US Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, USA.

- [5] Dona, R. 2010, Kajian Normalisasi Sungai Terhadap Perkembangan Lahan Basah Di Kecamatan Sungai Sembilan, Universitas Riau. Pekanbaru.
- [6] Finlayson, CM., Begg, GW., Howes, J., Davies, J., Tagi, K., dan Lowry, J, 2003. Panduan Inventarisasi Lahan Basah ASIA Versi 1.0, Indonesia.
- [7] Maryono.A, 2001. Eko-hidrolik Pembangunan Sungai, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- [8] William, Marsden. 1999. Sejarah Sumatra. Remaja Rosda Karya. Bandung.
- [9] WWF. 2008. *Deforestation, forest degradation, biodiversity loss and CO2 emission in Riau, Sumatera, Indonesia: one Indonesian province's forest and peat soil carbon loss over a quarter century and its plans for the future.* WWF Indonesia Technical Report. www.wwf.or.id.
- [10] Yuwono, S.B. 2005, Kajian Penggunaan Lahan Dalam Pengelolaan DAS, Lampung University Press.

