

PASANG SURUT AIR PADA LAHAN BASAH : FUNGSI, RESTORASI, DAN PENGARUHNYA TERHADAP EKOLOGI

¹Puji Rahmadi, ²Lee Suk-Mo

¹*P.hD candidate at Pukyong National University,
River and Marine Ecological Laboratorium,
Pukyong National University, Busan, Nam-Gu, South Korea.*

²*Professor at Ecological Engineering,
Pukyong National University, Busan, Nam-Gu, South Korea.
Build 17 No 209 599-1 Daeyeon, 3-Dong, Nam-gu, Busan South Korea 608-737
HP.+8210-8688-6074 / E-mail : puji.rahmadi@gmail.com*

ABSTRACT

Nowadays we were facing to the global warming which is causing climate changes. Global warming also promote by environmental degradation. Increment of human population and development on industrial realm are the main cause of environmental degradation. Wetland is one of environmental buffer which could enhance the environmental stress. Doing the wetland restoration is an effort to enhance ecological degradation. In this paper were discusses about wetland definition, functions, wetland restoration, effect of restoration and also some study cases of wetland restoration published by some researcher. Tidal Wetland Restoration itself could be defined as an actions taken in a converted or degraded natural wetland that result in the reestablishment of ecological processes, functions, and biotic/abiotic linkages and lead to a persistent, resilient system integrated within its landscape (Lewis, 1989). It must expect restoration could bring the better effluence to the ecology, however some time it's not just happen like ideally. Some of the restoration activity could promote and lead the ecological degradation in the neighbor habitat from which restoration activity was conducted. Therefore to enhance the sustainability, restoration and good management should be applied in order and in good monitoring.

Keywords : wetland, ecological, restoration, sustainability.

I. Pendahuluan

Akhir-akhir ini, isu yang mulai banyak membahas mengenai global warming dan pengaruhnya terhadap perubahan iklim di dunia. Selain itu, sebenarnya pemanasan global juga disebabkan oleh degradasi lingkungan. Karena meningkatnya jumlah penduduk dan pengembangan sektor industri, pengaruhnya juga terjadi pada lingkungan terutama pada masalah ekologi yang ikut meningkat. Untuk menekan masalah ekologi, sudah banyak metode telah di lakukan oleh para ahli, khususnya di wilayah samudera, pantai, zona pasang surut dan zona penyangga bagian bumi, karena daerah-daerah

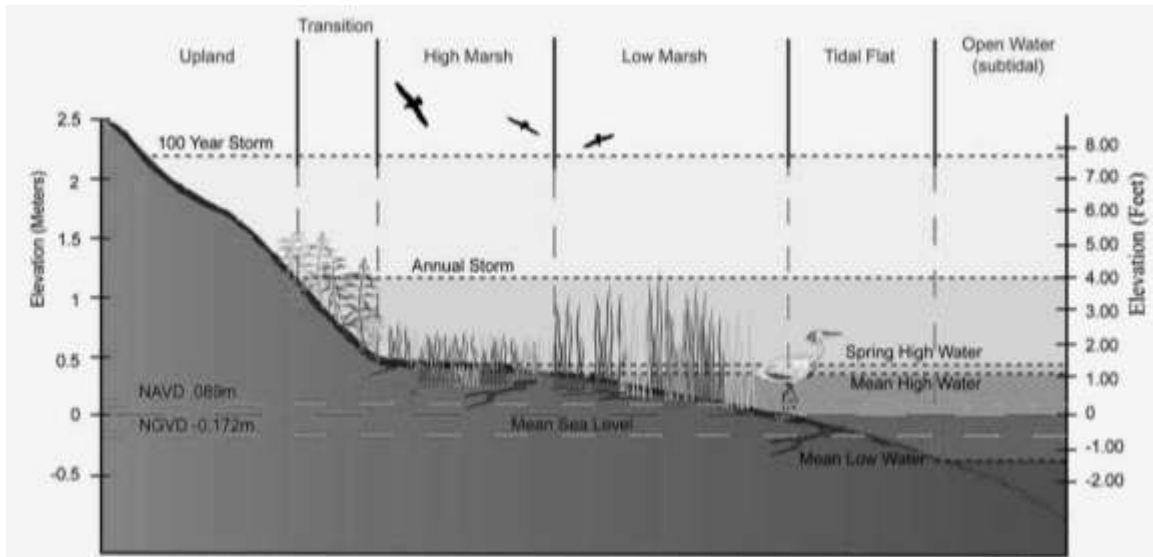
tersebut merupakan kontribusi utama yang menentukan keseimbangan lingkungan dan meningkatkan degradasi ekologi yang telah dibuat di beberapa restorasi lahan basah.

Lahan Basah mempunyai peran penting dalam habitat ekologi yang lain sebagai penyangga ekologi. Selain itu lahan basah pasang surut juga berperan dalam siklus nutrisi, menahan sedimen, peningkatan polusi dan pengendalian erosi. Selain itu, daerah pasang surut juga memiliki karakter khusus dari spesies endemik yang bisa membuatnya lebih bernilai bagi kehidupan manusia (Costanza *et al*, 1997 ; Mitsch dan Gosselink, 2007). Namun hanya sebagian kecil dari lahan basah asli tetap di seluruh dunia setelah lebih dari dua abad akibat urbanisasi secara terus menerus dan pembangunan di berbagai sektor. Akibatnya terjadi degradasi lahan basah sehingga diperlukan restorasi lahan lahan basah di sepanjang garis pantai, sungai, danau, dll (Qin *et al*, 1997, 1998 ; Chung *et al*, 2004). Makalah ini membahas mengenai aktifitas restorasi yang berdampak terhadap ekologi, dengan melakukan studi kasus restorasi lahan basah di beberapa tempat.

II. Definisi daerah pasang surut

Istilah Tidal Wetland terdiri dari dua kata yaitu Tidal dan Wetland. *Tidal* berarti sesuatu yang diakibatkan oleh pasang air laut (Oxford Dictionary, 2011) sedangkan *Wetland* mempunyai arti lahan dimana luapan air menjadi faktor utama yang menentukan kondisi perkembangan tanah dan menentukan macam atau jenis binatang serta komunitas tumbuhan yang hidup di atas permukaan tanah. Hal ini mencakup suatu rangkaian kesatuan lingkungan dimana ada suatu system bertingkat terrestrial dan akuatik (James S.Aber, 2009). Berdasarkan diskusi diatas, *Tidal Wetland dapat diartikan sebagai wilayah yang terletak antara perbedaan pasang naik normal dan pasang surut normal air laut, serta di dominasi oleh pasang naik dan juga pasang surut. Batas dari wilayah pasang biasanya di tandai dalam pasang tinggi rata-rata aritmatik.*

Tidal wetland yang khas adalah rawa garam yang ditemukan di dekat wilayah pantai, yang didominasi oleh rerumputan dan tumbuhan rawa lainnya yang jenisnya ditentukan oleh naik turunnya air pasang dan surut (Bedford, B. L. dan E.M Preston, 1988). Dedaunan dari rumput rawa memberikan tempat tersembunyi dan perlindungan bagi banyak penghuni dan ikan kecil serta binatang laut lainnya. Daun-daun rerumputan menjadi bagian penting dalam rantai makanan ketika mereka mati dan membusuk, ini berarti mereka menyediakan makanan untuk detritivores (binatang-binatang yang memakan bagian organik atau tubuh yang busuk) dan dapat menyuburkan lingkungan perairan laut. (Middleton, 2002).



III. Fungsi-fungsi ekologis tidal wetland

Menghasilkan/memproduksi Bahan Organik diatas permukaan tanah

Kemampuan tumbuhan rawa untuk menyerap sinar matahari untuk membentuk bahan organik khusus (contohnya : daun, kayu dan detritus) diatas permukaan tanah, ke suatu tingkatan yaitu suatu karakter subclass *Hydrogeomorphic* (HGM). Untuk beberapa dekade, wilayah rawa telah di kenal dengan berbagai tipe yang paling produktif dalam suatu ekosistem. Yaitu bahwa, wilayah tersebut ternyata sangat efisien dalam menggunakan sinar matahari untuk menciptakan persediaan bagi tumbuhan. Meskipun pembahasan tentang produksi rawa tidal biasanya telah difokuskan pada tumbuhan yang berkembang dengan pembuluh darah, akan tetapi algae atau ganggang yang tumbuh di rawa atau di beberapa tempat lainnya di daerah muara mungkin mempunyai tingkat pertumbuhan yang sama atau lebih besar (per unit area) selama musim dingin dan pada awal musim semi, dan kadang-kadang selama setahun (Sullivan dan Currin, 2000).

Jumlah bahan organik yang besar yang dihasilkan oleh rawa tidal mendukung berbagai fungsi dan manfaat lainnya. Secara garis besarnya, hal itu merupakan penunjang utama dari jaring makanan di rawa dan berpengaruh penting pula pada jaring makanan pada proses penerimaan air yang terjadi di daerah muara. Perikanan, peternakan, biodiversitas, kepariwisataan, semuanya sangat di dukung oleh produksi bahan organik, yang kebanyakan berasal dari rawa. Zat organik juga mencampurkan lingkungan / menghubungkan kimia dan lingkungan fisik, baik di lingkungan air maupun pada endapan. Penimbunan organik menghasilkan oksigen dan secara kimiawi menurunkan kondisi lingkungan, terutama didalam endapan yang baik (Howes *et al.* 1981). Hal ini dapat mempengaruhi penyimpanan, pergerakan dan pengadaan banyak nutrisi dan kontaminasi yang menuju kearah muara (Hopkinson dan Vallino 1995). Pengaruh zat organik yang dihasilkan dari wetland terhadap kualitas dan produksi air muara pada penerimaan air itu lebih besar daripada di muara yang lebih hangat dan bergejolak airnya. Zat organik yang memadai tidak hanya karbon organik merupakan suatu kunci sumber energi untuk denitrifikasi, sebuah komponen utama dari perputaran nitrogen (Jacinthe *et al.*, 1998). Denitrifikasi dihubungkan dengan zat

organic, seperti contohnya pada ketinggian tumbuhan dan permukaan pada rawa tidal yang baru saja terbentuk (Craft *et al.*, 2003).

Menstabilkan dan pembentukan sedimen, proses karbon, nutrisi dan logam

Bagian ini menjelaskan tentang fungsi-fungsi dari kualitas air (penyulingan air) dari tidal wetland. Menstabilkan dan membentuk sedimen berarti suatu kemampuan untuk meminimalkan resuspensi (oleh air maupun angin) oleh sedimen anorganik khususnya yang terjadi daerah wetland, untuk membiarkan pembentukan sedimen. Proses karbon, nutrisi dan logam berarti kemampuan menangkap partikel organik yang mati secara fisik dan proses karbon secara kimiawi serta nitrogen yang dihubungkan dengan partikel-partikel ini atau dalam suatu larutan.

Mendukung habitat untuk invertebrata asli

Kemampuan untuk mendukung lingkungan hidup bagi keanekaragaman atau berbagai macam penghuni asli maupun invertebrata pindahan yang bergabung kedalamnya, atau diatas tanah rawa dan tanah rawa. Beberapa dari makhluk itu kemungkinan berasal dari lingkungan terrestrial, beberapa dari wetland tidal dan beberapa di perairan yang lebih dalam. Invertebrata pada umumnya merupakan pendukung utama penyedia tempat bagi spesies, dan merupakan susunan yang berbeda dari spesies invertebrata yang muncul secara khusus di rawa tidal yang meliputi bagian penting dari kontribusi ini.

Mendukung habitat ikan

Kemampuan wetland untuk mendukung lingkungan hidup bagi ikan yang mana bukan merupakan penghuni asli rawa tersebut dan/atau hubungannya dalam proses hidup selama beberapa kurun waktu selama setahun. Dapat di sebut pula sebagai "penggunaan sejumlah ikan rawa setiap hari per unit area atau volume air.

Mendukung habitat untuk persediaan makan ikan NeKton

Kapasitas wetland untuk menyediakan lingkungan hidup bagi beranekaragam dan sejumlah burung, anjing laut, berang-berang, dan species lainnya yang memakan di badan NeKton (invertebrata dan ikan yang selalu bergerak).

Mendukung habitat untuk Bebek dan Angsa

Kemampuan wetland untuk mendukung lingkungan hidup yang beranekaragam yang meliputi jenis bebek, dan spesies unggas plus angsa, terutama selama musim dingin dan masa migrasi atau masa berpindah. Unggas air tersebut ada yang berfungsi sebagai jaringan makanan yaitu sebagai transformer atau perubah dan transporter atau pembawa baik dari zat organik aquatic maupun zat organik terrestrial. Unggas tersebut juga dapat berpengaruh terhadap permukaan tumbuhan, komposisi spesies, dan fungsi yang lain yang ada didalam rawa tidal individual (Crandell, 2001).

Mendukung Kondisi Botanikal asli

Kemampuan wetland untuk mendukung lingkungan hidup bagi spesies dan komunitas tumbuhan vascular (terutama tumbuhan yang paling sensitive) yang memberikan ciri khas pada tidal wetland. Melalui perubahan dalam komposisi dan susunan spatial spesies, komunitas tumbuhan menjadi efek yang lebih serius dan penting pada proses yang alami yang terjadi didalam rawa.

Fungsi-fungsi Kualitas Air dari Wetland

Polutan didalam aliran air ombak sering terjadi dalam bentuk aliran yang berbeda yang menuju ke sungai kecil dan sungai, kolam dan danau, dan Long Island Sound. Contohnya, fosfor dan logam mungkin membuat alirannya mendekati partikel sediment. Sebaliknya, nitrogen mungkin mengalir ke dalam bentuk larutan yang menggantung/mengambang pada larutan air. Tipe dan jumlah polutan pada aliran air juga bervariasi berdasarkan musim dan pemanfaatan tanah. Tetapi dengan tanpa mempertimbangkan mode aliran dan konsentrasinya, sebagian besar polutan dengan mudah dapat dilakukan oleh peralatan unik dari wetland. Wetland mempunyai beberapa bentuk ; filtrasi dari polutan merupakan sebuah fungsi alamiah dari ekosistem wetland, meningkatkan kualitas air untuk keperluan umat manusia dan hampir untuk semua organisme yang lain.

- Karena posisi mendatar antara tanah dan air, makanya wetland berfungsi sebagai penyangga/penahan antara keduanya.
- Vegetasi wetland yang padat meningkatkan kejernihan air dengan cara menangkap sediment dan polutan dasar air didalam akarnya atau diatas tanah dibagian dasar batangnya.
- Perputaran chemical dari zat gizi/nutrient itu dipermudah dengan hadirnya dari kedua kondisi aerobic (kaya oksigen) dan \kondisi anaerobic (bebas oksigen) di dalam wetland.
- Beranekaragam dekomposer atau mikroba yang membusukkan zat organic ada di permukaan akar dan di tanah wetland. Oksigenasi tanah ini sangat penting untuk proses microbial di wetland.
- Vegetasi wetland juga menjebak/menangkap sediment serta memindahkan nutrient atau polutan lainnya dari deburan air. Produktivitas wetland yang tinggi di sebagian besar ekosistem mengarahkan pada kenaikan jumlah pengambilan mineral, yang meliputi nutrient, oleh tanaman. Produktivitas ini menyaring substansi ini dari deburan air.

IV. Restorasi Tidal wetland

Restorasi Tidal wetland dapat diartikan sebagai aktivitas yang terjadi dalam wetland alami yang berubah atau menurun yang menghasilkan penyusunan kembali proses-proses, fungsi serta hubungan biotik dan abiotik ekologis, dan mengarah kepada system yang kuat yang terpadu yang terjadi di datarannya (Lewis, 1989). Definisi yang lain menerangkan restorasi wetland sebagai suatu aktifitas dengan tujuan mengembalikan wetland dari kondisi yang terganggu yang disebabkan oleh ulah manusia menjadi kembali ke kondisi semula (Mitssch & Jorgensen, 2004). Sementara itu perkembangan restorasi dapat diindikasikan oleh faktor tersebut, yaitu kurva performance dari perlengkapan rawa selama ini dapat dibandingkan antara populasi dari rawa yang di perbaiki (Kentula *et al*, 1992). Untuk menilai keefektifan restorasi pada skala regional. Terlebih lagi letak restorasi harus cocok dengan dengan rawa-rawa yang diusulkan untuk monitoring (Havens *et al*. 1995 ; Burdick *et al.*, 1997 ; Dionne *et al.*, 1999). Rawa-rawa yang diusulkan harus sesuai dengan restorasi dalam hubungannya dengan ukuran, geomorfologi, susunan tidal potensial, posisi landscape, penggunaan tanah yang berdekatan, kualitas air dan karakteristik yang lain.

Data monitoring harus dikumpulkan minimum selama 1 tahun sebelum restorasi, dikumpulkan setiap tahun untuk jangka waktu 2 atau 3 tahun setelah kegiatan restorasi dan kemudian setiap beberapa tahun setelah itu sampai kriteria sukses jangka panjang tercapai. (Nekles, H.A *et al*, 2002). Dalam rangka untuk mencapai management yang bagus dari restorasi wetland, beberapa metode teknis harus dilakukan secara berurutan. Metode itu meliputi (Nekles, H.A *et al*, 2002) yaitu :

a. Peta Habitat Base land

Peta dasar harus di siapkan untuk mendokumentasikan kondisi awal tempat restorasi sebelum dan segera setelah kegiatan restorasi serta kondisi rawa yang dipilih pada awal dari monitoring jangka panjang.

b. Kontrol hidrologi

Pengawasan mendasar pada struktur dan fungsi dari habitat rawa asin adalah mengalir dengan air asin (Mitsch & Gosselink 2000). Meskipun prediksi Tidal mungkin tersedia untuk hal yang berkaitan dengan astronomi yang mempengaruhi wilayah pantai yang dekat dengan daerah restorasi, tuntutan keragaman lokal yang mana pengukuran yang nyata harus dibuat pada tempat-tempat tertentu. Langkah-langkah ini penting untuk dilakukan karena data hidrologis dapat berfungsi penting dalam penilaian keefektifan dari kegiatan restorasi.

c. Pengawasan tanah dan sediment

Salinitas tanah menjelaskan distribusi dan kelimpahan spesies tumbuhan di rawa-rawa asin. (Niering & Warren 1980). Banyak proyek restorasi dilakukan dengan tujuan untuk penyusunan kembali karakteristik komunitas tumbuhan. Pengukuran salinitas tanah harus difokuskan pada musim-musim perkembangan tumbuhan, terutama sebelum berkembang, pada kedalaman akar. (Nekles, H.A *et al*, 2002). Determinasi tentang konten organik tanah, angka perkembangan sediment, dan peninggian sediment memberikan pandangan langsung kedalam proses pengawasan pertumbuhan vertical rawa-rawa dan pertumbuhan vegetasi di rawa-rawa (Neckles & neill, 1994).

d. Survey Vegetasi

Salah satu prosedur penting pada pengawasan proyek restorasi adalah untuk mendeteksi perubahan populasi dan distribusi vegetasi di beberapa tahun setelah restorasi dilakukan dan perbedaan dari vegetasi dari system alam yang terjadi selama periode tahun tersebut (Neckles, H.A. *et al.*, 2002). Selain itu proyek restorasi seringkali fokus pada pengawasan pada spesies tanaman khusus seperti *Padina australis*. Ketinggian spesies yang bersangkutan menyediakan informasi tentang kekuatan tanaman (Howard & Mendelsohn, 1999), dan foto-foto yang menjelaskan angka kualitatif yang ada.

e. Pengawasan Nekton

Ikan dan binatang berkulit keras merupakan indikator sangat penting dari fungsi-fungsi ekosistem tidal rawa. Posisi mereka yang berada di level atas dari jarring makanan wetland dan ketergantungan mereka pada sejumlah sumber habitat makanan membuat penggabungan yang integratif antara elemen-elemen dan proses-proses

ekosistem wetland. Dalam hal ini, spesies nektonik di anggap sebagai indikator dari beberapa aspek hidrologi wetland tidal.

f. Survey Burung

Burung-burung adalah group lain dari organisme yang berada pada level tropis yang lebih tinggi dengan spesies yang sangat tergantung pada habitat rawa asin, yang menyediakan indikator-indikator dari fungsi dan struktur rawa. Selain daripada itu, tujuan utama dari beberapa proyek adalah untuk meningkatkan fungsi burung dari habitat rawa asin, sehingga pengawasan tentang burung menjadi criteria yang penting untuk pengukuran kesuksesan (Neckles, H.A., 2002).

V. Keefektifan dan pengaruh restorasi/pemulihan pada ekologi

Berdasarkan pengertian dari restorasi/pemulihan itu sendiri, sangat diharapkan sekali bahwasannya restorasi dapat memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap ekologi. Walaupun kadang-kadang hal itu tidak sesuai dengan apa yang diinginkan. Beberapa kegiatan restorasi dapat menyebabkan kerusakan ekologi di dalam habitat lingkungan dari kegiatan restorasi itu dilakukan. Kerusakan mungkin menggambarkan pengurangan keanekaragaman, menurunnya atau hilangnya suatu fungsi, ketidakaturan pada lingkaran nutrient dan lain-lain. Hal tersebut kemungkinan terjadi apabila kegiatan restorasi itu tidak dilakukan dengan cara yang benar serta dengan manajemen yang tidak efektif.

Zedler (1997) menemukan bahwa banyak proyek restorasi dan konstruksi tidak berhasil atau hanya sebagian berhasil dikarenakan kegagalan dalam memepertimbangkan bahwa wilayah wetland merupakan bagian dari landscape yang lebih besar dan luas. Dia menjelaskan bahwa usaha-usaha yang gagal pada pelaksanaan restorasi dan kreasi adalah sering berhubungan dengan pembuatan parameter yang menjadi cirri-ciri penting dalam wetland (Whigham, 1999). Restorasi yang dilakukan terhadap habitat non-tidal mungkin akan lebih banyak mengundang masalah karena hal itu akan lebih sulit untuk memulihkan kondisi hidrolis, khususnya ketika wetland itu berada pada lokasi-lokasi topografis yang mempunyai kondisi berbeda dengan lokasi dimana wetland alami terbentuk.

Keputusan mengenai tipe wetland yang seperti apa untuk di benahi dan dimana mereka seharusnya ditempatkan harus mengikuti analisa pengaruh kumulatif dari wilayah dimana kegiatan restorasi itu akan dilaksanakan. Fokusnya yang hanya terletak pada skala tentang proyek individu akan memberikan dampak pada perolehan wilayah wetland, tetapi hal ini bisa mengancam terhadap penurunan keanekaragaman perbedaan secara biologis dan fungsional pada wetland didaerah yang telah ditentukan. Hal tersebut juga bisa mengancam kegagalan suatu proyek individu. Jika perencanaan itu tidak memepertimbangkan syarat minimal bahwa wetland itu lebih baik ditempatkan pada permukaan yang lebih lebar dan system dasar air, atau lebih meluas pada suatu system dimana telah di modifikasi dengan kegiatan umat manusia, atauregim hidrolis yang diharapkan serta kemistri air tidak akan tercapai. (Bedford & preston, 1988 ; Bedford, 1999).

Restorasi wetland harus merupakan bagian dari orientasi penggunaan lahan konversi dan multifungsi, sehingga untuk mengejar kesuksesan suatu restorasi harus dilakukan suatu kegiatan dengan melibatkan faktor yang ada yang berhubungan dengan manajemen dan perencanaan restorasi (Middleton, 2002).

VI. Studi kasus tentang restorasi *Tidal Wetland* yang terjadi di beberapa tempat

a. Muara Scheldt, Belanda

Eertman *et.al*, pada tahun 2002 telah melakukan suatu penelitian tentang restorasi di Scheldt estuary, Belanda. Oleh karena pekerjaan memperoleh tanah/reklamasi, penekanan terhadap hilir sungai, serta proses pendalaman saluran pelabuhan, wilayah luas dari rawa-rawa tidal telah dipindahkan atau di kikis dari muara Scheldt. Tidak semua proyek restorasi itu dilakukan dengan perencanaan yang baik akan tetapi ; beberapa proyek dilakukan karena paksaan dari alam. 10 tahun sejak bendungan putus atau longsor, penahan yang lama telah di ganti menjadi rawa-rawa tidal. Mereka telah melaporkan tentang perkembangan geomorfologis dan ekologis yang terjadi di rawa-rawa. Kerusakan tidal ke dalam penyangga yang lama mengubah sawah lahan jagung menjadi lahan lumpur dan mengubah padang rumput menjadi tumbuhan rawa asin. Penggalan sungai kecil akan meningkatkan hidrologis rawa dan mengakibatkan kerusakan tidal lebih parah pada wilayah rawa. Kesuksesan vegetasi terjadi dengan cepat. Dalam masa 5 tahun, wilayah yang luas dari dataran lumpur itu akan tertutupi dengan tumbuhan rawa. Sifat-sifat burung dari rawa-rawa asin, di teliti sedang berkembang biak atau terlihat hidup di rawa-rawa. Jumlah burung akan menurun ketika daerah lahan lumpur menjadi tempat tumbuhnya rumput-rumput liar. Hal ini ditunjukkan bahwa perkembangan tidal merupakan mesin penggerak bagi restorasi rawa-rawa tidal. Pengaruh tidal menyebabkan perubahan geomorfologis, yang mengarahkan perkembangan ekologis pada folder petani.

b. Cape Cod, Massachusetts, USA.

Monitoring bendungan rawa air asin dan restorasi telah dilakukan oleh Portnoy pada tahun 1999. Di wilayah rawa-rawa air asin, sebagian besar massa ditambah cadangan dalam jumlah yang besar secara biologis yang penting yaitu N, P, Fe dan S disisihkan/diasingkan dibawah tanah dalam kondisi dibawah larutan garam, penuh berisi air dan anaerobic. Oleh karena itu, perubahan hidrologis seperti bendungan dan parit saluran air yang menurunkan tingkat keasinan dan meningkatkan penganginan yang dapat menyebabkan perubahan radikal pada komposisi tanah rawa asin. Oleh karena itu, mereka telah melakukan survey tentang pengaruh atau efek jangka panjang dari bendungan pada komposisi tanah gembur dari Cape Cod, Massachusetts, USA. Rawa-rawa menghasilkan keasaman, mobilisasi Fe (II) dan content organik yang menurun pada daerah-daerah yang dikeringkan. Meskipun dekomposisi aerobik dari zat organik, nutrisi yang tersedia masih tetap menyerap NH_4 dan ikatan mineral PO_4 . Di bendungan, daerah aliran sungai yang musiman, pori alkalin air, sulfide, ammonium, dan ortofosfat itu lebih rendah sementara benda padat organik lebih tinggi, daripada di daerah rawa yang alami. Air laut ditambahkan pada bagian tengah dari rawa-rawa dibendungan untuk mempelajari pengaruh dari restorasi tidal. Salinasi dari tanah gembur yang kering meningkatkan pori air pH, alkalinity, ammonium, ortofosfat, Fe, dan Al. Ammonium yang berlebihan N, dan Fe (II) untuk pengendapan pertumbuhan

Spartina yang istimewa. Salinasi dari tanah dibendungan aliran sungai kecil meningkatkan sulfide dan aliran air menurunkan kekuatan spartina alterniflora yang dipindahkan. Hasil-hasil tersebut menjelaskan bahwa restorasi air laut seharusnya bisa menghindari loading nutrisi dari permukaan air di daerah-daerah yang kering atau autotoksik sulfide didalam rawa-rawa bendungan-rawa saluran sungai.

c. Teluk Carolina, Cumberland County, Carolina Utara, USA

Penelitian tentang pengaruh dari pertanian dan restorasi wetland yang berhubungan dengan kualitas hidrologis, tanah dari teluk Carolina telah dilakukan oleh Bruland et al pada tahun 2003. Mereka melakukan perbandingan antara hidrologi, tanah dan kualitas air di persawahan pertanian (AG) dengan , Wetland yang sudah 2 tahun diteliti (RW) dan 2 ekosistem yang telah dipilih dan hutan pokok yang tinggi (POC) yang terletak di Barra Farma Regional Wetland Mitigation Bank, kompleks teluk Carolina di Cumberland County, Carolina utara. Tujuan utamanya adalah sebagai berikut :

1. Menjelaskan jika RW menunjukkan hidrologi yang dapat dibandingkan dengan ekosistem yang telah dipilih;
2. Memberikan ciri khas tanah dari AG, RW dan ekosistem yang dipilih, dan
3. Mengevaluasi perbedaan didalam kualitas air pada permukaan yang meluap airnya dari AG, RW dan ekosistem yang dipilih.

Penelitian ini mengusulkan bahwa sementara restorasi dari hidrologi wetland telah berhasil pada masa jangka pendek, perubahan susunan tanah wetland itu sangat intens, yang berubah dengan menyesuaikan restorasi yang tidak nyata/jelas kelihatan untuk hampir semua parameter tanah. Restorasi juga terjadi untuk menyediakan keuntungan pada kualitas air, seperti konsentrasi air yang meluap dari fosfor reaktif (SRP), total fosfor (TP), nitrate + nitrite (NOX), dan total nitrogen (TN) adalah lebih rendah di RW daripada di AG.

d. Penelitian di beberapa dataran tidal di Jepang yang dilaopirkan oleh Lee, J.G et al.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh dari criteria design dan kondisi lingkungan dalam suatu daerah yang dibentuk dari dataran tidal, pada struktur dan fungsi ekosistem dari ekosistem yang dibuat oleh orang. Tujuh dataran tidal yang dibangun dan tiga dataran tidal yang terbentuk secara alamiah diteliti dengan mempertimbangkan perbedaan dari lokasi (ketinggian ombak dan arus tidal), luapan air di sungai, dataran tinggi tidal dan usia setelah konstruksi selesai dilakukan . Parameter yang dipelajari meliputi karakteristik psiko chemical dan biologis dari tanah dan angka respirasi. Dataran tidal aliah mempunyai muatan silt, nitrogen dan zat organic yang lebih tinggi yang dibandingkan dengan dataran tidal yang sengaja dibuat.

Dataran tidal yang alamiah mempunyai zona reduktif dibawah 2 cm, sementara itu dataran tidal buatan mempunyai zona erodik dari permukaan menuju ke dasar 20 cm. Populasi bacterial dari tanah dataran tidal buatan adalah satu samapai duatingkatan magnitude daripada populasi bacterial di dataran tidal alami. Oleh karena itu, untuk membuat dataran tidal buatan manusia dengan karakteristik yang sama dengan dataran tidal alami tersebut, dataran tidal buatan manusia harus didesain /dibuat dan/atau diletakkan untuk menghasilkan akumulasi silty pada dataran tidal. Hal ini sangat penting untuk memilih tempat yang mempunyai gerakan air rendah dan untuk membangun dataran dengan dataran tinggi yang kecil.

e. Penelitian tentang Restorasi wetland di China disekitar Danau Poyang, Middle Yangtze oleh Luguang Jiang, et al

Ada ratusan danau di China tengah. Oleh karena kepadatan penduduk dan lapangan yang sempit, banayak dairah rawan banjir digunakan sebagai tanah pertanian di beberapa ratus tahun akhir-akhir ini. Tetapi setelah mengalami musibah banjir di pertengahan samapai mencapai Sungai Yangzte pada tahun 1998, kebijakan restorasi wetland segera di usulkan oleh pemerintah pusat dan di dilaksanakan oleh provinsis Jiangxi dan merupakan salah satu wilayah kunci dari restorasi wtland di pertengahan Yangzte. Pandangan/pengalaman Landsat TM/ETM dari tahun 1998 sampai tahun 2004 itu digunakan untuk memonitor daerah restorasi wetland dan menilai kesuksesannya disekitar danau Poyang. JHasil dari restorasi wetland dapat di bagi menjadi dua bagian, yaitu : restorasi lengkap dan restorasi semi lengkap. Type restorasi lengkap adalah type pengembalian tanah pertanian ke danau secara lengkap, sementara restorasi semi berarti hanya mengijinkan para poetani untuk pergi menjauh meninggalkan daerah rawan banjir. Tanah pertanian kembali ke danau hanya pada musim banjir saja dan dapat juga di peroleh dari musim tidak banjir. Telah di uji bahwa hanya 20 persen dari semua area restorasi merupakan restorasi komplit dan kira-kira 80 persen dari restorasi wetland merupakan semi restorasi disekitar Danau Poyang.

f. Review tentang kegiatan restorasi di Korea. Oleh Kwi Gon Kim, et al

Mitigasi wetland untuk berbagai macam kegiatan dapat di lakukan untuk menghindari atau meminimalkan kerusakan dan memperbaiki, mendapatkan atau menciptakan wetland sekaligus. Peralatan baru untuk mitigasi dan pembuatan wetland telah tersedia, termasuk Penilaian Akibat Wetland. Artikel ini menjelaskan banyak sekali persoalan baru yang muncul pada mitigasi wetland dan strategi mitigasi, dengan menggunakan studi kasus yang didasarkan khususnya dengan literature yang ada yang ada di beberapa kota, contohnya Eco-Passage di Donghae Railway Line, Gosung County, Kore;rain Garden on the UNESCO Green Rooftop, Seoul, Korea; Penempatan kembali wetland untuk Jalur kereta api Donghae di Gosung DMZ, Gosung County, Korea. Metode perbandingan dan analisis itu dipakai pada peningkatan keanekaragaman dan fungsi-fungsi wetland yang beraneka ragam, termasuk manajemen penanggulangan banjir, menghubungkan manusia dengan alam melalui regenerasi urban/daerah pinggiran dan menghubungkan dengan lingkunagn alamiah.Juga, analisa tentang restorasi, peningkatan/perbaikan,mitigasi, dan kreasi juga dicakup.

VII. Kesimpulan

Kesimpulan

Seiring dengan pertumbuhan penduduk dan perkembanagn industri, secara langsung akan terjadi penekanan pada ekologi, terutama penurunan wetland baik dalam hubungannya dengan fungsi-sungsinya ataupun cakupannya. Oleh karena itu untuk meningkatkan kelangsungan, restorasi dan manajemen yang baik seharusnya dibuat. Dengan pertimbangan bahwa restorasi juga mempunyai dampak pada pengaruh wilayah yang bersangkutan juga terhadap ekologi didaerah sekitarnya, oleh karena itu kegiatan ini harus dilakukan dengan teratur dan sesuai prosedur dan langkah-langkah dan juga dengan manajemen serta monitoring yang baik.

Daftar Pustaka

- Aber, J.S., 2009. Wetland Environments. Emporia State University. <http://academic.emporia.edu/aberjame/wetland/define/define.htm#intro>. Accessed on January-19, 2011. 15.30 KT.
- Bedford, B. L. and E. M. Preston. 1988. Developing the scientific basis for assessing cumulative effects of wetland loss and degradation on landscape functions: status, perspectives and prospects. *Environmental Management* 12:75 1-771.
- Bedford, B. L., 1999. Cumulative Effects on Wetland Landscapes: Links to Wetland Restoration in the United States & Southern Canada. *The Society of Wetland Scientist. Wetland*, Vol.19No.4,pp.775–788.
- Bruland, G. L., Hanchey, M. F., Richardson, C. J., 2003. Effects of agriculture and wetland restoration on hydrology, soils, and water quality of a Carolina bay complex. *Wetlands Ecology and Management* 11: 141–156, 2003.
- Burdick, D. M., M. Dionne, R. M. Boumans, and F. T. Short. 1997. Ecological responses to tidal restorations of two northern New England salt marshes. *Wetlands Ecology & Management* 4:129-144.
- Callaway, J. C., Zedler, J. B., Ross, D. L., 1997. Using Tidal Salt Marsh Mesocosm to Aid Wetland Restoration. *Society for Ecological Restoration. Restoration Ecology Journal*, Vol. 5 No. 2, pp. 135 – 146
- Chung, C.H., Zhuo, R.Z., Xu, G.W., 2004. Creation of *Spartina* plantations for reclaiming Dongtai, China, tidal flats and offshore sands. *Ecol. Eng.* 23, 135–150.
- Costanza, R., et al., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387, 253–260.
- Dionne, M., F. T. Short, and D. M. Burdick. 1999. Fish utilization of restored, created, and reference salt marsh habitat in the Gulf of Maine. *American Fisheries Society Symposium* 22: 384–404.
- Eertman, R. H. M., et al., 2002. Restoration of the Sieperda Tidal Marsh in the Scheldt Estuary, The Netherlands. *Society for Ecological Restoration. Restoration Ecology Vol. 10 No. 3, pp. 438–449*.
- Havens, K. J., L. M. Varnell, and J. G. Bradshaw. 1995. An assessment of ecological conditions in a constructed tidal marsh and two natural reference tidal marshes in coastal Virginia. *Ecological Engineering* 4: 117–141.
- Howard, R. J., and I. A. Mendelssohn. 1999. Salinity as a constraint on growth of oligohaline marsh macrophytes. I. Specie variation in stress tolerance. *American Journal of Botany* 86: 785–794.

- Jiang, L., Yu, X., Zhao, H., Zhou, Y., 2005. China's Wetlands Restoration around Poyang Lake, Middle Yangtze: Evidences from Landsat TM/ETM Images. 0-7803-9050-4/05/\$20.00, IEEE. Pp. 2387 – 2389
- Kentula, M. E., R. P. Brooks, S. E. Gwin, C. C. Holland, A. D. Sherman, and J. C. Sifneos. 1992. An approach to improving decision making in wetland restoration and creation. EPA/600/ R-92/150. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC.
- Kim, K. G., Lee, H., Lee, D. H., 2010. Wetland restoration to enhance biodiversity in urban areas: a comparative analysis. International consortium of landscape and ecological Engineering and springer. Landscape Ecological Engineering, DOI 10.1007/s11355-010-0144
- Kwak, T. J., and J. B. Zedler. 1997. Food web analysis of southern California coastal wetlands using multiple stable isotopes. *Oecologia* 110: 262–277.
- Lee, J. G., et. al. 1998. Factor to Determine the Function and Structure in Natural and Constructed Tidal Flats. Elsevier Science Ltd. Water Restoration. Vol. 32, No. 9, pp. 2601 – 2606
- Lewis III, R. R. 1989. Wetlands restoration/creation/enhancement terminology: suggestions for standardization. P.1-7. In J. A. Kusler and M. E. Kentula (eds.) Wetland Creation and Restoration: the Status of the Science. Environmental Research Laboratory, Corvallis, OR, USA. EPA 600/3-89/038b
- Middleton, B. A., 2002. The Flood Pulse Concept in Wetland Restoration. National Wetlands Research Center. John Wiley & Sons, Inc.
- Mitsch, W.J., Gosselink, J.G., 2007. Wetlands, 4th ed. John Wiley, Inc, New York.
- Mitsch, W. J., and J. G. Gosselink. 2000. Wetlands. 3rd edition. John Wiley and Sons, New York.
- Mitsch, W. J., and Jorgensen, S. E., 2004. Ecological Engineering and Ecosystem Restoration. John Wiley and Sons, New York.
- Nakamura, K., Tockner, K., Amano, K., 2006. River and Wetland Restoration: Lesson from Japan. *Bioscience*, Vol. 56 No. 5. Pp. 419 – 429.
- Neckles, H. A., and C. Neill. 1994. Hydrologic control of litter decomposition in seasonally flooded prairie marshes. *Hydrobiologia* 286: 155–165.
- Neckles, H. A. et al., 2002. A monitoring protocol to assess tidal restoration of salt marshes on local and regional scale. *Restoration Ecology* Vol. 10 No. 3, pp.556-563

- Niering, W. S., and R. S. Warren. 1980. Vegetation patterns and processes in New England salt marshes. *BioScience*30: 301–307.
- Oxford Dictionary. Copyright © 2010 Oxford University Press. <http://oxforddictionaries.com/?attempted> . Accessed on January-19, 2011. 16.02 KT.
- Portnoy, J. W., 1999. Salt Marsh Diking and Restoration: Biogeochemical Implications of Altered Wetland Hydrology. Springer-Verlag, New York Inc. *Environmental Management* Vol. 24, No. 1, pp. 111–120.
- Qin, P., Xie, M., Jiang, Y., Chung, C., 1997. Estimation of the ecological-economic benefits of two *Spartina alterniflora* plantations in North Jiangsu, China. *Ecol. Eng.* 8, 5–17.
- Titus J.G., and J. Wang. 2008. Maps of Lands Close to Sea Level along the Middle Atlantic Coast of the United States: An Elevation Data Set to Use While Waiting for LIDAR. Section 1.1 in: *Background Documents Supporting Climate Change Science Program Synthesis and Assessment Product 4.1*, J.G. Titus and E.M. Strange (eds.). EPA 430R07004. U.S. EPA, Washington, DC.
- Warren, R. S., et. al., Salt Marsh Restoration in Connecticut: 20 Years of Science and Management. Society for Ecological Restoration. *Restoration Ecology Journal*, Vol. 10, No. 3, pp. 497 – 513.
- Weinstein, M. P., et. al., 1997. Success criteria and adaptive management for a large-scale wetland restoration project. *Wetland Ecology and Management*, vol. 4 no. 2 pp III, 127
- Whigham, D. F., 1999. Ecological issues related to wetland preservation, restoration, creation and assessment. *The Science of the Total Environment* 240 (1999): 21 – 40.
- Whiting, A., Warren, R. F., Heltzel, P., 2007. Effectiveness monitoring of the devil's elbow tidal wetland restoration project, grays river, Washington. Natural Resource Program Astoria, Oregon, Columbia.
- Zedler JB. Restoring tidal wetlands: a scientific view. *National Wetlands News*, 1997; 19(1):8-11.