

PENGEMBANGAN DAN PENGELOLAAN AIR DI LAHAN BASAH

(*Development and Management of Water in Wetland*)

Soedodo Hardjoamidjojo¹ dan Budi I. Setiawan²

Abstract

This paper describes potentials as well as obstacles in developing wetland for agricultures. Historical backgrounds of wetland utilization for agricultures in Indonesia and wetland definition by Ramsar Convention are highlighted. Special emphasis is given to explain physical and hydrological conditions of wetland and opportunities to develop sustainable agricultural activities based on wetland categories. Current problems in developing wetland, such as land degradation and lost of wetland are enlightened, and a little note is aroused to elucidate the failure of One Million Hectares Project in Central Kalimantan. Finally, prospective technologies for controlling water table were proposed.

Keywords: *wetland, agriculture, water table control*

PENDAHULUAN

Pemanfaatan lahan basah harus direncanakan dan dirancang secara cermat dengan asas tataguna lahan yang berperspektif jangka panjang. Bentang-lahan (*landscape*) dari lahan basah jauh dari serbasama (*homogeneous*) dalam hal hidrologi, tanah dan vegetasi. Hidrologi dan tanah sangat rentan perubahan oleh usikan (*disturbance*), baik karena peristiwa alam, maupun karena ulah manusia.

Pemanfaatannya harus memperhatikan tiga aspek lahan basah yang menentukan nilainya, yaitu: fungsi, hasil, dan ciri khas. Sebab-sebab yang dapat merusak lahan basah yang selanjutnya dapat meng-hilangkannya, harus dapat dicegah.

SEJARAH PENGEMBANGAN LAHAN BASAH

Usaha untuk mengembangkan lahan basah untuk budidaya padi sawah

(*lowland rice*) bukanlah hal baru bagi Indonesia. Sekitar seratus tahun yang lalu, lahan basah di pantai Sumatera dan Kalimantan secara spontan telah dibuka dan ditempati oleh keluarga Bugis (Sulawesi Selatan), Banjar (Kalimantan Selatan), dan Melayu (Riau, Sumatera Timur). Mereka memanfaatkan gerak pasang surut sebagai alat penggelontor (*flushing*) dan pencuci yang efektif untuk membuang air asam dan meng-gantinya dengan kualitas air yang lebih baik dalam hal pH dan kandungan hara (Notohadiprawiro, 1998).

Keberhasilan keluarga Banjar membuat apa yang dinamakan *sawah bayar* telah menarik perhatian pemerintah Hindia Belanda, yang kemudian membantu membuat fasilitas pemasukan gerakan air pasang surut dengan membuat kanal yang menghubungkan sungai-sungai besar memotong dataran delta. Kanal ini juga berfungsi sebagai sarana transportasi air untuk meningkatkan aksesibilitas daerah tersebut. Kanal pertama yang

¹ Jurusan Teknik Pertanian, FATETA-IPB, PO BOX 220, Bogor 16002. E-mail: tta@bogor.wasantara.net.id

² CREATA, LP-IPB, PO BOX 220, Bogor 16002. E-mail: budindra@ipb.ac.id

dibangun adalah Anjir Serapat yang diselesaikan tahun 1890, dan menghubungkan Sungai Kapuas dan Sungai Barito sepanjang 28 kilometer. Kanal tersebut kemudian diperdalam dan diperlebar pada tahun 1935.

Kekurangan pangan beras yang dihadapi negara setelah Perang Dunia I telah mendorong Pemerintah Hindia Belanda mempelajari tentang bagaimana sawah bayar dan irigasi pasang surut tradisional dapat berhasil, serta bagaimana persyaratan tanahnya.

Pada sekitar tahun 1960-1970, Indonesia sekali lagi menghadapi kekurangan bahan pangan beras yang lebih serius, yang kemudian menjadikan Indonesia negara pengimpor beras terbesar di dunia. Berbagai program intensifikasi sawah di Pulau Jawa kurang berhasil karena terbatasnya ketersediaan lahan dengan fasilitas irigasi yang memadai. Sekali lagi, rawa pasang surut menjadi salah satu penyelesaian yang terlihat.

Usaha pengembangan yang dilakukan kedua pemerintah dalam era yang berbeda (kolonial dan republik) adalah sepenuhnya dalam situasi politik yang berbeda, tetapi ada tiga kesamaannya, yaitu:

- tindakan dilakukan dalam usaha mengatasi kekurangan pangan beras;
- pemecahan masalah mengikuti contoh sistem tradisional;
- tujuannya adalah pengembangan regional dengan kombinasi usaha peningkatan hasil pertanian dan penyebaran penduduk.

PENGERTIAN LAHAN BASAH

Konvensi Ramsar (Noord-van Haug, 1996, dalam Tim PLBT, 1999), mengajukan sistem klasifikasi lahan basah yang kemudian diadopsi oleh negara-negara peserta pada bulan Juli 1990. Sistem tersebut membagi lahan basah menjadi tiga kelompok besar, yaitu: lahan basah pedalaman, lahan basah pantai dan marin, serta lahan basah buatan manusia (Rubec, 1996,

dalam Tim PLBT, 1999). Definisi lahan basah yang diberikan oleh Konvensi Ramsar adalah daerah rawa, lahan gambut, atau air, baik yang alami maupun yang buatan, bersifat tetap atau sementara dengan air ladung atau mengalir, bersifat tawar, payau, atau asin, termasuk daerah air marin yang dalamnya pada waktu surut tidak lebih dari 6 (enam) meter (Dugan 1990).

Lahan basah alami mencakup estuari, yaitu bagian hilir sungai, atau sungai pendek di daratan pantai, mangrove, jalur laut dangkal sepanjang pantai, dataran banjir, delta, rawa, danau, lahan gambut, dan hutan rawa.

Lahan basah buatan manusia mencakup tambak, perkolaman ikan pedalaman, sawah, lahan pertanian yang secara berkala terkena banjir, jaringan saluran irigasi, dan waduk (Dugan, 1990).

Walaupun pengertian lahan basah sangat luas, namun ada hal yang menjadi pemersatu (*common denominator*), yaitu air adalah sebagai pengendali watak dan perilaku lahan. Di Amerika Serikat, disamping air menjadi faktor pengendali (*wetland hydrology*) untuk menggaris batasi (*to delineate*) lahan basah, juga digunakan dua faktor lain: tanah yang bercorak *hidrik*, dan vegetasi yang bercorak *hidrofitik*. Sebenarnya, corak hidrik pada tanah dan corak hidrofitik pada vegetasi adalah turunan corak hidrologi lahan (Tim PLBT, 1999).

Menurut Soil Conservation Service-USDA, tanah hidrik adalah tanah yang terbentuk dibawah keadaan jenuh, banjir, atau tergenang yang berlangsung cukup lama selama musim tumbuh sehingga menimbulkan keadaan anaerob dibagian atas tanah. Ciri-ciri pokok tanah hidrik adalah:

- hasil bentukan keadaan jenuh dan anaerobiosis;
- air tanah sangat dangkal yang menimbulkan keadaan air tergenang (*waterlogged*);
- mengandung bahan sulfidik yang apabila mengalami oksidasi sehubungan dengan peningkatan

drainase akan menghasilkan bahan sulfat masam yang menyebabkan pH tanah menjadi rendah.

Anaerobiosis dan air tergenang membuat bagian atas tanah berkadar bahan organik tinggi, termasuk pembentukan epipedon umbrik atau lapisan gambut, memunculkan tampilan redoksimorfik berupa warna berbecak atau warna glei dengan kroma rendah, pengumpulan oksida Fe dan atau Mn, dan perubahan warna karena penyingkapan (exposure) terhadap atmosfer (Fe^{++} teroksidasi menjadi Fe^{+++}), serta menebarkan bau H_2S .

FUNGSI, HASIL, DAN CIRI KHAS LAHAN BASAH

Tiap lahan basah tersusun atas sejumlah komponen fisik, hayati, dan kimia berupa tanah, air, spesies tumbuhan dan hewan serta hara. Proses-proses di antara dan di dalam komponen-komponen tersebut memungkinkan lahan basah menjalankan fungsi-fungsi serta membangkitkan hasil, disamping adanya ciri-ciri berharga pada skala ekosistem (Tim PLBT, 1999).

Fungsi-fungsi yang dimaksud antara lain: pengendalian banjir dan erosi, mengisi dan melepas kembali air tanah, pengukuhan garis tepi laut, penambatan sedimen, bahan beracun dan hara, penahan angin, pengukuhan iklim mikro, transportasi air, rekreasi dan pariwisata. Hasil yang dapat dibangkitkan antara lain: sumberdaya margasatwa dan perikanan, sumberdaya hutan, hijauan pakan ternak, dan sumberdaya pertanian, serta pasokan air.

Gabungan fungsi, hasil, dan ciri ekosistem tersebut membuat lahan basah penting bagi masyarakat. Program komprehensif konservasi lahan basah berdasarkan analisis ekologi, sosial, dan ekonomi yang

handal akan membuat orang perlu memilih di antara sederet pilihan sulit.

PEMANFAATAN LAHAN BASAH

Menurut Konvensi Ramsar (Noordvan Haug, 1996, dalam Tim PLBT, 1999), suatu lahan basah harus dinilai penting secara internasional, dan karena itu perlu dijaga kelestariannya dengan cara konservasi dan penggunaan yang arif. Hal ini dapat dilakukan apabila memenuhi setidaknya satu kriteria dalam salah satu dari tiga kelompok indikator berikut:

1) Lahan basah representatif menurut kekhasannya.

- Representatif sangat bagus bagi suatu lahan basah alami, atau hampir alami yang mencirikan suatu kawasan biogeografi tertentu, atau merupakan ciri umum lebih daripada satu kawasan biogeografi; atau

- Representatif suatu lahan basah yang memainkan peranan penting dalam fungsi alami suatu daerah aliran sungai utama, atau suatu sistem pantai utama; atau

- Merupakan suatu lahan basah yang langka atau bercorak tidak biasa dalam kawasan biogeografi bersangkutan.

1) Lahan basah untuk Tumbuhan atau Hewan

- menopang kehidupan kumpulan nyata spesies tumbuhan atau hewan, atau individu-individu spesies tersebut, yang langka, mudah mati (vulnerable), atau hampir punah (endangered); atau

- terutama penting untuk memelihara keanekaragaman genetik dan ekologi flora dan fauna suatu kawasan; atau

- bernilai khusus selaku habitat tumbuhan atau hewan pada tahap penting (critical stage) dalam daur hayati mereka; atau

- bernilai khusus bagi satu atau lebih spesies, atau masyarakat tumbuhan atau hewan endemik.

1) Lahan Basah untuk Unggas Air

- berpopulasi lebih dari 20.000 ekor; atau

- mempunyai individu berjumlah cukup banyak dari kelompok-kelompok khusus unggas air; atau
- mempunyai satu persen dari jumlah individu dalam suatu populasi dari suatu spesies, atau subspecies unggas air.

HIDROTOPOGRAFI LAHAN

Hidrotopografi atau klasifikasi lahan basah merupakan cara tepat untuk mengelompokkan lahan basah atau rawa sehubungan dengan pengelolaan air serta penentuan tata-letak (*layout*) jaringan saluran beserta dimensinya. Klasifikasi lahan rawa sehubungan dengan kondisi hidrotopografi adalah:

- Lahan Kategori A: lahan dapat diairi melalui air pasang, baik pasang maksimum (*spring tide*) maupun pasang minimum (*neap tide*), pada MK atau pada MH;
- Lahan Kategori B: lahan dapat diairi selama pasang tinggi saja, dan berlangsung antara 6 sampai 8 bulan dalam setahun;
- Lahan Kategori C: lahan tidak dapat diairi secara teratur melalui air pasang, tetapi air tanah dapat dikendalikan pada kondisi muka tanah, atau paling tidak mencapai zona perakaran tanaman setahun;
- Lahan Kategori D: lahan tidak dapat diairi melalui air pasang, dan air tanah sering berada jauh dari zona perakaran tanaman setahun (> 70 cm.dibawah permukaan tanah).

Lahan Kategori A dan B dapat memenuhi untuk pengembangan sumber-daya secara optimum dengan tujuan peningkatan produksi pertanian, khususnya padi, dan pengembangan wilayah dengan tujuan pokok peningkatan kesejahteraan petani. Lahan Kategori C dan D secara umum dapat memenuhi pengembangan wilayah dengan tujuan pokok peningkatan kesejahteraan petani dengan tanaman perkebunan bernilai tinggi, dengan bantuan pompa air serta mekanisasi pertanian.

KASUS PROYEK PENGEMBANGAN LAHAN GAMBUT

Proyek Pengembangan Lahan Gambut (PPLG) satu juta hektar di Kalimantan Tengah mendapat citra kurang baik karena adanya berbagai kegagalan dan kerusakan lingkungan. Pertumbuhan dan hasil padi serta tanaman lainnya tidak memuaskan, dan air masam menyebar dari kawasan PLG tersebut. Kegagalan dan kerusakan lingkungan antara lain juga dipicu oleh Musim Kering (MK) tahun 1997 yang berkepanjangan, Musim Hujan (MH) tahun 1997/1998 yang kering, serta MK tahun 1998 yang banyak hujan.

Untuk pengembangannya, diperlukan adanya perencanaan yang baik, dan dalam pemanfaatan, pengembangan, dan pengelolaan lahannya memper-timbangkan tipologi lahan dan tipe luapannya berdasar hidrotopografinya (Puslittanak, 1998). Dengan demikian dapat dicapai suatu sistem usaha pertanian (SUP) yang berkelanjutan (*sustainable*), serta secara ekonomi memungkinkan (*economically feasible*), dapat diterima masyarakat (*socially acceptable*), dan aman dalam segi lingkungan (*environmentally safe*).

Kegagalan pertanaman dan kerusakan lingkungan pada lahan rawa bertanah sulfat masam karena adanya proses oksidasi pirit yang dapat terjadi akibat drainase berlebihan (*overdrained*), dan pada lahan rawa bertanah gambut karena terputusnya siklus hara setelah penebangan hutan dan lemahnya daya dukung hara dari bahan gambut. Disamping itu juga masalah kering tak balik (*irreversible drying*) dari bahan gambut serta kesalahan pengelolaan air (Hardjoamidjojo, 1999).

KERUSAKAN DAN KEHILANGAN LAHAN BASAH

Lahan basah diberbagai kawasan telah hilang atau rusak karena

pengusikan proses-proses alami oleh tindakan manusia berupa intensifikasi pertanian, penggundulan tanah, urbanisasi, pencemaran, pembangunan bendungan pengalihan air berskala nasional, dan bentuk-bentuk campur tangan lain terhadap sistem ekologi dan hidrologi. Di negara-negara sedang berkembang, penghilangan lahan basah juga menimbulkan dampak berat atas masyarakat setempat yang hidupnya tergantung pada sumberdaya tersebut.

Dalam beberapa kasus, penghilangan lahan basah tidak terhindarkan, misalnya memberantas sarang nyamuk pembawa penyakit dan melancarkan mobilitas penduduk. Akan tetapi dalam banyak kasus, kerusakan lahan basah merugikan masyarakat, yang sebenarnya dapat dihindari bila perilaku masyarakat dapat dibenahi.

Perilaku yang tidak efisien merupakan konsekuensi berbagai faktor, termasuk perencanaan yang tidak memadai serta kebijakan yang tidak konsisten dan lembaga serta alat pengelolaan yang tidak memadai. Faktor-faktor tersebut dimunculkan oleh pemahaman yang dangkal tentang nilai lahan basah dengan akibat mengesampingkan nilai-nilai tersebut dari hitungan ekonomi yang menentukan keputusan mengenai nasib lahan basah.

Kelemahan konsep perencanaan dan kebijakan serta kelembagaan yang menangani kegiatan (Dugan, 1990) antara lain akibat dari:

- informasi tersedia terbatas;
- pengelolaan lahan basah dengan organisasi sektoral;
- metodologi pengelolaan yang tidak mencukupi;
- kekurangan SDM yang memenuhi syarat mutu;
- peraturan perundang-undangan yang kurang serta penegakan hukum yang lemah

Kesalahan antara lain terletak pada pemilihan pendekatan (approach) yang reaktif, suatu penyusunan tindakan

dengan rencana yang dibangkitkan sewaktu dirasakan ada suatu persoalan. Dalam pendekatan reaktif, terjadi disparitas antara keadaan yang diinginkan dengan keadaan aktual yang dihadapi. Dalam hal ini, penyelesaian persoalan adalah seperangkat tindakan yang menurut pengalaman, teori, atau sudut pandang dapat disarankan sebagai suatu jalan yang layak untuk mengubah keadaan aktual menjadi keadaan yang diinginkan (Subandi, 1992).

Dalam hal PPLG, keadaan aktual adalah lahan basah liar yang dianggap tidak memberikan manfaat apa-apa, sedang keadaan yang diinginkan adalah lahan berproduktivitas padi tinggi. Pada dasarnya, ciri reaktif proses perencanaan menyodorkan pilihan terbatas, yang memperkuat kecenderungan konservatisme dalam perencanaan, dan cenderung menjadi tidak inovatif. Inovasi dapat muncul tanpa sengaja lewat tata kerja coba-coba (*trial and error*). Cara ini mempunyai kelemahan lain, yaitu tidak efisien dan tidak berperspektif jangka panjang.

Karena bekerja secara coba-coba, pendekatan reaktif mengarah kepada pemborosan sumberdaya, dan menjadi lebih parah dengan munculnya dampak yang tak terduga sebelumnya yang menciptakan persoalan baru yang harus di pecahkan dengan tindakan yang menyebabkan penggunaan sumberdaya bertambah (Subandi, 1992).

Suatu alternatif pendekatan lain adalah pendekatan optimasi berciri inisiatif. Fokus upaya adalah tujuan yang akan dicapai, dan bukan keadaan pada waktu sekarang. Keadaan sekarang harus dianggap sebagai dukungan dan mekanisme yang akan digunakan untuk menciptakan keadaan yang baru yang ingin dicapai. Dengan pendekatan ini, perencanaan akan didasarkan kepada pertimbangan berbagai pilihan penyelesaian potensial yang mungkin berperspektif jangka

panjang, dan bukan karena tekanan kebutuhan sesaat.

Pendekatan optimasi lebih efisien daripada pendekatan reaktif, karena:

- penggunaan sumberdaya dalam tata kerja coba-coba dirubah dengan perhitungan biaya dan keuntungan;
- dampak yang tidak terduga dapat secara eksplisit diramu dalam proses perencanaan dalam bentuk peramalan;
- proses perencanaan tidak konservatif, tetapi terbuka.

Bagi upaya pengembangan lahan basah yang pada dasarnya rapuh karena sangat rentan usikan, maka pendekatan optimasi akan dapat menampung ketiga aspek pokok lahan basah, yaitu fungsi, hasil, dan ciri khas serta lebih dapat menjamin keselamatan dan kelestarian lahan basah sebagai suatu sumberdaya.

TEKNOLOGI PENGENDALIAN LAHAN BASAH

Pengendalian muka air tanah perlu perlu mendapat perhatian dalam rangka menjaga keseimbangan ekosistem dan keberlanjutan usaha pertanian. Pada umumnya, setelah lahan basah menjadi terbuka permasalahan yang sering muncul adalah adanya renggang fluktuasi muka air tanah yang cukup tinggi. Masalah kelebihan dan kekurangan air biasanya muncul secara berulang, yang kedua-duanya dapat mendatangkan kerugian bagi usaha tani dan menyebabkan terjadinya degradasi lingkungan, yang akhirnya secara jangka panjang menjadikan usaha tani itu tidak layak lagi.

Pengaturan muka air tanah kelihatannya tidak mudah dilakukan dengan hanya mengandalkan sistem buka-tutup pintu air yang selama ini banyak dipakai. Muka air tanah begitu berfluktuasi yang dalam banyak kasus dipengaruhi langsung oleh pasang surut, hujan dan kondisi iklim mikro disamping kebutuhan evapotranspirasi itu sendiri bervariasi dengan jenis tanaman dan waktu. Oleh karena itu,

penggunaan pompa air menjadi satu alternatif yang mulai banyak dipakai oleh petani di beberapa lokasi pertanian lahan basah. Dengan demikian, petani dengan mudah dapat mengatur kondisi air di lahan dan menyesuaikannya dengan kebutuhan tanaman. Bila pada satu musim terjadi kecenderungan akan adanya kelebihan air, mereka akan mengatur agar pada saatnya dapat mengeluarkan air dari lahannya ke saluran air yang ada di sekitarnya. Demikian pula sebaliknya, bila terjadi kekurangan air di lahan, mereka tinggal membalik pompa tersebut menjadi pompa irigasi, yaitu dengan memompa air dari saluran ke lahan pertaniannya.

Namun demikian, bukan berarti semua permasalahan sudah terpecahkan. Ekonomi penggunaan pompa merupakan satu masalah yang perlu mendapat perhatian. Kemampuan petani dalam mengoperasikan dan merawat pompa kelihatannya sudah cukup. Demikian pula, kemampuannya dalam menentukan jumlah air yang dibutuhkan tanaman dan untuk menjaga keseimbangan air. Tetapi mengingat fluktuasi muka air tanah yang sangat bervariasi dari waktu ke waktu, pengoperasian pompa secara manual ini sangat tidak efektif dan cenderung berlebihan. Petani hanya mampu mengorepasikan satu kali saja dalam satu hari. Air irigasi biasanya diberikan pada pagi dan selalu diberikan melebihi level yang dibutuhkan untuk mengantisipasi kemungkinan terjadi penurunan muka air tanah dalam satu hari. Padahal bisa terjadi hujan di siang atau malam harinya. Sehingga, yang dibutuhkan kemudian sebenarnya adalah pembuangan air dari lahan. Kasus sebaliknya pun bisa terjadi ketika dilakukan pembuangan kelebihan air dari lahan dan ternyata beberapa waktu kemudian tanah mulai kekurangan air (Setiawan, et.al., 2000)

Melihat kompleksnya permasalahan pengaturan tata air ini, maka keperluan

pemantauan muka air baik dalam lahan pertanian dan dalam saluran air menjadi semakin penting bila faktor efisiensi dan efektivitas tata air menjadi perhatian utama. Jelas pemantauan secara manual tidak mungkin dilakukan. Yang dibutuhkan di sini adalah pemantauan secara otomatis baik secara mekanis atau elektrik. Muka air di lahan dapat dengan mudah dipantau dengan sebuah pelampung. Batas atas dan batas bawah muka air bisa ditentukan untuk menentukan kapan pompa harus dinyalakan atau dimatikan. Dengan menggunakan sistem lengan, secara mekanik gerakan naik turun pelampung tersebut dapat disalurkan menuju saklar listrik, yang akan menyalakan atau mematikan pompa.

Teknologi lain adalah dengan memasang tiga kawat listrik yang dipasang vertikal tetapi ujungnya berada pada kedalaman yang berbeda. Ketiga ujung kawat tersebut terbuka bebas dan hanya saling berhubungan dengan perantara air. Yang paling bawah diberi arus listrik, dan bila tidak terdapat air di atasnya sampai pada kawat berikutnya maka saklar akan terhubung dan pompa irigasi menyala terus sampai air mencapai kawat teratas kemudian pompa mati, dan akan hidup kembali bila air turun sedikit di bawah kawat yang berada di tengah (Halim, 2000).

Teknologi yang lebih canggih adalah dengan memanfaatkan satu sensor tekanan air. Di sini, tinggi air tidak hanya dapat dipantau tetapi juga diukur. Pengaturan air menjadi lebih akurat bila proses pengendalian dilakukan dengan sistem komputer atau menggunakan sistem kendali yang berbasis sistem minimum. Sistem ini yang akan memantau muka air dari waktu ke waktu dan mengolahnya kemudian memberikan komando pada pompa, nyala atau mati, dengan lama operasi yang tepat (Iskandar, et.al., 1999). Dengan teknologi ini, ketepatan muka air dapat dijamin. Namun demikian, mengingat kebutuhan

peralatannya yang cukup mahal teknologi ini kelihatannya hanya layak untuk perkebunan besar seperti umpamanya kelapa sawit. Sedangkan, kelayakan penggunaannya di tingkat petani perlu dikaji lebih mendalam.

KESIMPULAN

- 1) Pemanfaatan lahan basah, khususnya lahan gambut, di Indonesia sudah dimulai lebih seratus tahun yang lalu dengan memanfaatkan gerak pasang surut di Kalimantan dan Sumatera.
- 2) Pemanfaatan lahan basah di Indonesia merupakan alternatif untuk mengatasi kekurangan beras.
- 3) Agar lahan basah lestari, perlu pemahaman yang baik atas, hasil dan ciri khas lahan basah.
- 4) Pengaturan tinggi muka air dalam pemanfaatan lahan basah perlu dilakukan, antara lain dengan penggunaan pompa air dengan sistem *reversible*.
- 5) Pemantauan dan pengendalian tinggi muka air dapat dilakukan dengan, di antaranya dengan memanfaatkan air sebagai perantara listrik dan sensor tekanan air yang dihubungkan dengan komputer atau suatu instrumen kendali..

UCAPAN TERIMA KASIH

Tulisan ini merupakan salah satu hasil kajian RUT VII yang berjudul Pengembangan Sistem Tata Air Terkendali untuk Pertanian Lahan Gambut, yang dilaksanakan sejak tahun 1999. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kantor menteri Riset dan teknologi, RI atas dukungan dana yang telah diberikan.

DAFTAR BACAAN

- Dugan, P. (Ed.). 1990. Wetland Conservation. IUCN -The World Conservation Union. Gland, Switzerland.

- Hardjoamidjojo, S. 1999. Kajian Tanah Gambut untuk Lahan Pertanian. Makalahsuplemen dalam rangka penelitian RUT-VII: Pengembangan Sistem Tata Air Terkendali untuk Pertanian Lahan Gambut.
- Notohadiprawiro, T. 1998. Conflict between Problem - Solving and Optimising Approach to Land Resources Development Policies – The Case of Central Kalimantan Wetlands. Proceedings of The International Peat Symposium. Finland.
- Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. 1998. Pengembangan dan Pengelolaan Lahan Rawa. Laporan Juli 1998 untuk Tim PLBT.
- Subandi, W.L.W. 1992. Inventarisasi Kebijakan, Proyek dan Deskripsi Proses dalam Pengambilan Kebijakan. Makalah dalam Pertemuan Panel Pertama Kebutuhan Riset dan Koordinasi Pengelolaan Sumberdaya Air di Indonesia. Dewan Riset Nasional.
- Tim PLBT. 1999. Konsolidasi Melalui Penyelamatan Lahan Basah Terpadu pada Proyek Lahan Gambut di DAS BAKAKAS, Kalimantan Tengah. Laporan Akhir. BAPPENAS.
- Halim, A. 2001. Kendali Level Air Otomatis. Laporan Tugas Akhir. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB.
- Iskandar, M., Y. Susanti, S.K. Saptomo dan B.I. Setiawan. 1999. Pengendalian Muka Air Tanah menggunakan Sistem Kendali Fuzi. Buletin Keteknikan Pertanian. 13(1): 66-74.
- Setiawan, B.I., S.K. Saptomo dan E. Saleh. 2000. Model Otomatisasi Pengairan Lahan Pertanian Pasang Surut. Prosiding Lokakarya Otomatisasi Peralatan untuk meningkatkan Kinerja Hidrometri dalam Otonomi Daerah. Malang, 13 Nopember 2000.