

**LAPORAN TAHUN TERAKHIR  
PROGRAM DOSEN WAJIB MENELITI**



**KARAKTERISTIK HIDROLOGI DAN SIFAT FISIK TANAH UNTUK  
PERENCANAAN KOLAM KONSERVASI DI LAHAN GAMBUT  
KECAMATAN MARTAPURA KABUPATEN BANJAR**

**Tahun ke – 1 dari rencana 1 tahun**

**PENELITI :**

**ULFA FITRIATI, ST., MENG**

**NIDN : 0022098101**

**ELMA SOFIA, ST., MT**

**NIDN : 1117069301**

**AGUS SETIAWAN**

**NIM : H1A113207**

Dibiayai oleh  
DIPA Universitas Lambung Mangkurat Tahun Anggaran 2020  
Nomor : 023.17.2.6777518/2020 Tanggal 16 Maret 2020  
Universitas Lambung Mangkurat  
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan  
Sesuai SK Rektor Universitas Lambung Mangkurat Nomor :  
701/UN8/PP/2020  
Tanggal 1 April 2020

**UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT  
NOVEMBER 2020**

## HALAMAN PENGESAHAN

### PENELITIAN PDWM ULM

**Judul Penelitian** : Karakteristik Hidrologi Dan Sifat Fisik Tanah Untuk Perencanaan Kolam Konservasi Lahan Gambut Kecamatan Martapura Kabupaten Banjar

**Ketua Peneliti** :  
Nama Lengkap : Ulfa Fitriati, S.T., M.Eng.  
NIDN : 0022098101  
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala  
Program Studi : Teknik Sipil  
Nomor HP : 08125044700  
Email : ufitriati@ulm.ac.id

**Anggota Peneliti 1** :  
a. Nama Lengkap : Elma Sofia, ST., MT  
b. NIDN/NIM : 1117069301  
c. Perguruan Tinggi : Universitas Lambung Mangkurat

**Anggota Peneliti 2** :  
d. Nama Lengkap : Agus Setiawan  
e. NIDN/NIM : H1A113207  
f. Perguruan Tinggi : Universitas Lambung Mangkurat  
Tahun Pelaksanaan : Tahun k1 – 1 dari rencana 1 tahun  
Biaya Keseluruhan : Rp 22.000.000,-

Menyetujui,  
Dekan,

Dr. Bani Noor Muchamad  
NIP. 19720430 199703 1 003

Banjarbaru, 27 November 2020  
Ketua Peneliti,



Ulfa Fitriati, ST.,M.Eng  
NIP. 19810922 200501 2 003

Ketua LPPM ULM,

Prof. Dr. Ir H. Danang Biyatmoko, M.Si  
NIP. 19680507 199303 1 020

## RINGKASAN

Kebakaran lahan gambut pada tahun 2015 yang melanda 31 dari 34 Provinsi di Indonesia merupakan salah satu kebakaran yang terparah sepanjang sejarah. Kalimantan Selatan adalah salah satu dari 31 Provinsi tersebut dengan luas lahan yang terbakar sebesar 196.516,77 Ha. Lahan gambut yang terbakar di Kota Banjarbaru dan Kabupaten Banjar yang tercatat sebanyak 1.536 titik api dengan luas lahan yang terbakar lebih kurang lebih 1500 Ha. Faktor utama kebakaran lahan ini adalah penurunan muka air tanah pada lahan gambut. Oleh sebab itu untuk mengatasi agar kebakaran lahan tidak terjadi lagi dengan membuat kolam konservasi untuk menampung air terutama ketika musim hujan agar lahan gambut tetap basah.

Perencanaan kolam konservasi di lahan gambut ini seluas 900 Ha. Restorasi ekosistem gambut dapat dilakukan melalui penataan kembali fungsi hidrologi dimana kubah gambut sebagai penyimpan air jangka panjang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis neraca air untuk kolam konservasi dilahan gambut, menganalisis keadaan sifat fisik tanah untuk dibuatnya kolam konservasi, mengetahui kondisi muka air tanah di lapangan.

Hasil penelitian ini menunjukkan untuk neraca air tinggi tampungan di akhir tahun 2013 dan 2014 sebesar 2649,271 mm. Dari hasil penyelidikan sifat fisik tanah didapatkan tanah gambut tersebut belum mengalami perombakan dan jumlah pori dalam tanah sangat besar sehingga tanah menjadi porous dengan kondisi muka air yang tinggi.

Kata kunci : tanah gambut, neraca air, sifat fisik.

## **PRAKATA**

Dengan mengucapkan puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga laporan kemajuan penelitian ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya.

Laporan kemajuan penelitian ini disusun sebagai salah satu kelengkapan hibah penelitian skema Program Dosen Wajib Meneliti Universitas Lambung Mangkurat dengan judul “Karakteristik Hidrologi Dan Sifat Fisik Tanah Untuk Perencanaan Kolam Konservasi Di Lahan Gambut Kecamatan Martapura Kabupaten Banjar”. Akhir kata, penulis berharap laporan kemajuan penelitian ini dapat bermanfaat bagi siapa saja yang membacanya.

Banjarbaru, November 2020

# DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN .....	i
RINGKASAN.....	ii
PRAKATA.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
<b>BAB I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1. 1 Latar Belakang .....	1
1. 2 Rumusan Masalah .....	2
1. 3 Tujuan Penelitian.....	2
1. 4 Manfaat Penelitian.....	2
1. 5 Batasan Masalah.....	2
1. 6 Peta Lokasi Penelitian .....	3
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1. Roadmap Penelitian.....	4
2.2. Landasan Teori.....	6
2.2.1. Jenis – Jenis Lahan Rawa.....	7
2.2.2. Fungsi Lahan Rawa.....	8
2.2.3. Potensi dan Kondisi Rawa di Indonesia.....	12
2.2.4. Permasalahan Pengembangan Rawa di Indonesia .....	18
2.2.5. Konsep Pengelolaan Rawa Terpadu.....	19
2.3. Pengendalian Kebakaran Hutan dan Lahan Gambut.....	20
2.3.1. Pengertian Gambut.....	20
2.3.2. Fungsi dan Potensi Hutan Lahan Gambut.....	21
2.3.3. Karakteristik Lahan Gambut.....	22
2.3.4. Penyebab Kebakaran Hutan dan Lahan Gambut .....	23
2.3.5. Konservasi Lahan Gambut.....	26
2.3.6. Sifat Fisik Tanah Gambut.....	32

2.3.7. Penurunan Muka Air Tanah Terhadap Karakteristik Tanah Gambut .....	36
2.4. Siklus Hidrologi .....	37
2.4.1. Presipitasi.....	41
2.4.2. Evapotranspirasi.....	42
<b>BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN .....</b>	<b>44</b>
3.1. Tujuan Penelitian.....	44
3.2. Manfaat Penelitian.....	44
<b>BAB IV. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>45</b>
4.1. Pengumpulan Data .....	45
4.2. Analisis Data dan Perhitungan .....	45
4.3. Skema Metodologi .....	46
<b>BAB V. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI .....</b>	<b>47</b>
5.1. Perhitungan Evapotranspirasi.....	47
5.2. Curah Hujan Harian .....	51
4.1.1. Analisa Sifat Fisik Tanah Gambut .....	56
5.3. Luaran yang Dicapai .....	58
Luaran Wajib .....	58
Luaran Tambahan .....	58
<b>BAB VI. PENUTUP .....</b>	<b>59</b>
6.1. Kesimpulan.....	59
6.2. Saran.....	59
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>60</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>63</b>
Lampiran 1. Dukungan sarana dan prasarana penelitian .....	64
Lampiran 2. Luaran.....	65

# **BAB I. PENDAHULUAN**

## **1.1 Latar Belakang**

Kebakaran hutan dan lahan di Indonesia tahun 2015 yang lalu merupakan salah satu yang terparah sepanjang sejarah. Lebih dari 2,6 juta hektar hutan, lahan gambut dan lahan lainnya terbakar pada tahun 2015 (BBC, 2016). Dari data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan terdata selama tahun 2015 kebakaran hutan dan lahan yang terbakar terdata ada 31 Provinsi dari 34 provinsi di Indonesia. Provinsi dengan luas lahan terbakar yang signifikan ialah Sumatera Selatan (646.298,80 Ha), Kalimantan Tengah (583.833,44 Ha), Papua (350.005,30 Ha), Kalimantan Selatan (196.516,77 Ha), Riau (183.808,59 Ha), dan Jambi (115.634,34 Ha).

Berdasarkan data pada tahun 2015, jumlah spot hingga 9 November sebanyak 3.264 titik api dengan luas areal yang terbakar yaitu 211.995 Ha atau 5,7 persen dari luas wilayah Kalimantan Selatan. Sedangkan untuk kebakaran lahan gambut di Kabupaten Banjar dan Banjarbaru hingga bulan September 2015 sebanyak 1.536 titik api.(Banjarmasin post 2016)

Saat musim kemarau pada tahun 2015 di daerah Kabupaten Banjar dan Banjarbaru terjadi kebakaran di lahan gambut dengan luas sekitar kurang lebih 1500 Ha, dimana saat musim kemarau tersebut kondisi lahan gambut terjadi *overdrain* berlebih yang menyebabkan lahan gambut kering dan memiliki kandungan karbon yang tinggi dan memicu terjadinya kebakaran lahan. Pada dasarnya lahan gambut tidak mudah terbakar karena sifatnya yang menyerupai spons, yakni menyerap air dan menahan air secara maksimal. Faktor utama kebakaran lahan ini adalah penurunan muka air tanah pada lahan gambut.

Kebakaran di Kabupaten Banjar dan Banjarbaru ini mendapat perhatian oleh Presiden Republik Indonesia dan memberikan solusi untuk mengatasi kabut asap yang disebabkan oleh kebakaran lahan dengan membuat kanal bloking untuk menahan air seperti membuat kolam konservasi untuk menampung air terutama ketika musim hujan agar lahan gambut tetap basah. Restorasi ekosistem gambut dapat dilakukan melalui penataan kembali fungsi hidrologi dimana kubah

gambut sebagai penyimpan air jangka panjang (*long storage of water*), sehingga gambut tetap basah dan sulit terbakar (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2015).

## **1.2 Rumusan Masalah**

Perumusan masalah yang diangkat dalam skripsi ini adalah :

1. Bagaimana neraca air untuk kolam konservasi di lahan gambut?
2. Bagaimana sifat fisik tanah di lahan gambut tersebut?
3. Bagaimana kondisi muka air tanah di lapangan?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian dalam skripsi ini adalah :

1. Mengetahui neraca air untuk kolam konservasi di lahan gambut.
2. Mengetahui keadaan sifat fisik tanah untuk dibuatnya kolam konservasi di lahan gambut.
3. Mengetahui kondisi muka air tanah di lapangan.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah dapat menjaga lahan gambut agar tetap basah sehingga tidak terjadi penurunan muka air tanah di lahan gambut dan sebagai informasi dan saran kepada Tim Restorasi Gambut selaku pengelola, Balai Penelitian dan Pengembangan Rawa selaku pengelola sumber daya air.

## **1.5 Batasan Masalah**

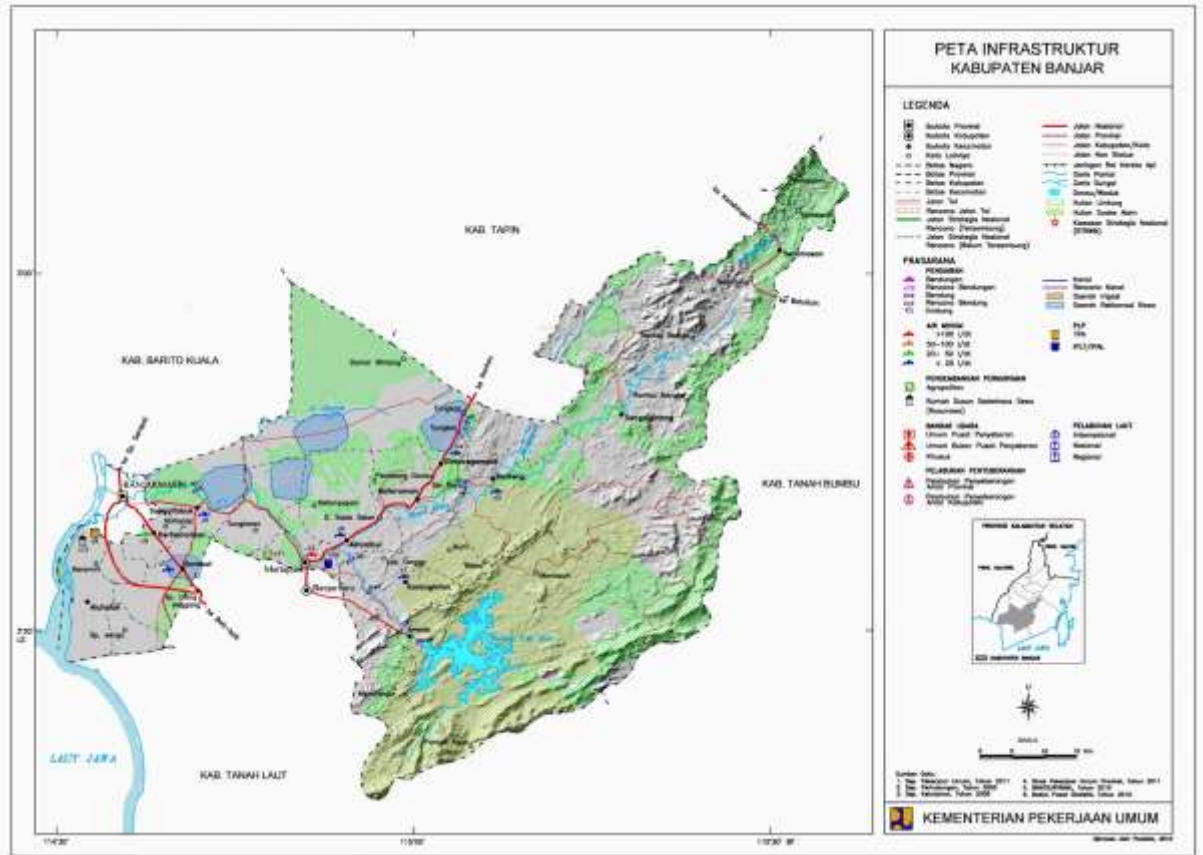
Batasan – batasan masalah untuk penelitian ini adalah :

1. Menghitung neraca air lahan pada tahun 2013 dan 2014.
2. Mengetahui kondisi tanah dengan menggunakan data di lapangan dan di laboratorium.
3. Mengetahui kondisi muka air tanah dengan kondisi awal air berada diatas permukaan tanah.



## 1.6 Peta Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang terletak Kecamatan Martapura Kabupaten Banjar.



Gambar 1.1 Lokasi Penelitian

## **BAB II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1. Roadmap Penelitian**

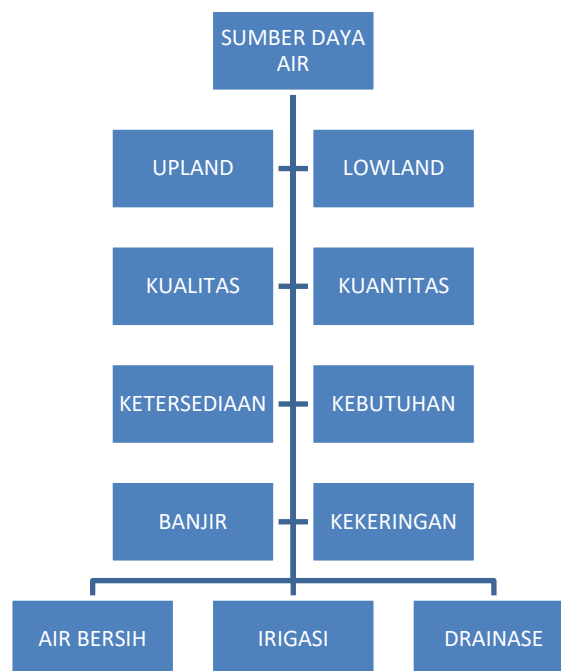
RIP ULM khusus untuk tahap atau periode 2016-2020 yang merupakan salah satu tahapan (periode 4 tahunan) hingga tahun 2027 ini disusun sebagai arah dan kebijakan untuk menjadikan ULM sebagai pusat pengembangan lahan basah di Asia Pasific. Arah pengembangan ULM 2010-2027 Mengacu pada arah pengembangan ULM, tahap 2016-2020 ini diarahkan pada tersedianya Sumber Daya Unggul dalam bidang lingkungan lahan basah, sebelum pada akhirnya sampai pada tahapan ULM sebagai Pusat Unggulan Pengembangan Lahan Basah Nasional (2019-2023) dan tahapan ULM sebagai Pusat Pengembangan Lahan Basah Asia-Pasifik. Berdasarkan pada strategi yang ditetapkan tersebut, ULM diharapkan akan menjadi: 1) lembaga unggul dan mandiri dalam penelitian (dan pengabdian kepada masyarakat) yang berorientasi pada kebutuhan masyarakat dan pembangunan, 2) lembaga rujukan penelitian (dan pengabdian kepada masyarakat) terkait dengan unggulan dalam program-program lingkungan lahan basah. Fase Kematangan Integratif 2010-2015 Tersedianya SD Unggul dalam Bidang Lingkungan Lahan Basah 2015-2019 • Penguatan kelembagaan • Atmosfir akademik yang kondusif Pusat Unggulan Pengembangan Lahan Basah Nasional 2019-2023 • Peningkatan jumlah penelitian dan publikasi ilmiah • 30% dosen S3 dan 10% Guru Besar Pusat Pengembangan Lahan Basah AsiaPasifik 2023-2027 Rencana Induk Penelitian Universitas Lambung Mangkurat 2016-2020 3 Tabel 1.1. Tahap dan strategi pengembangan ULM Tahap Tahun Capaian Strategi Fase Kematangan Integratif 2010-2015 1. Mengimplementasikan kebijakan tata kelola 2. Mengimplementasikan SPMI 3. Memonitor, mengevaluasi, dan menindaklanjuti secara berkala dan berkesinambungan Tersedianya Sumberdaya (SD) Unggul dalam Bidang Lingkungan Lahan Basah 2015-2019 1. Mengarahkan topik penelitian Doktor pada lingkungan lahan basah 2. Memberi beasiswa dosen yang melanjutkan studi di bidang lingkungan lahan basah 3. Memberi dana penelitian unggulan perguruan tinggi (PUPT) terkait lingkungan lahan basah 4. Merevisi kebijakan penelitian (yang berlanjut pada pengabdian kepada masyarakat dan

kerjasama) dengan fokus lingkungan lahan basah 5. Mengalokasikan anggaran rupiah murni dan PNBP untuk penambahan pusat studi dan stasiun penelitian lingkungan lahan basah Pusat Unggulan Pengembangan Lahan Basah Nasional 2019-2023

1. Mendampingi pengurusan kekayaan intelektual (antara lain paten)
2. Mendampingi atau memberi pelatihan untuk penulisan publikasi internasional
3. Membangun, menjalin, dan menandatangani MOU dengan perguruan tinggi (PT) luar negeri terkait pertemuan ilmiah internasional (terutama lingkungan lahan basah)
4. Membangun, menjalin, dan menandatangani MOU kerjasama dengan PT Asia tentang lingkungan lahan basah
5. SPMI berbasis AUN dan QS Pusat Pengembangan Lahan Basah AsiaPasifik 2023-2027

1. Meningkatkan pendanaan penelitian (yang beranjut pada pengabdian kepada masyarakat dan kerjasama) skala Asia Pasifik atau lebih luas lagi, internasional
2. Membangun jejaring penelitian dan pengembangan lahan basah tingkat Asia Pasifik
3. Membangun kerjasama tingkat Asia Pasifik di bidang lahan basah dengan prinsip kesetaraan dan keadilan
4. Meningkatkan pertemuan ilmiah tentang lahan basah tingkat Asia Pasifik
5. Sosialisasi intensip tentang keunggulan ULM ke seluruh PT Asia Pasifik terkait.

Terkait lahan basah maka roadmap peneliti dapat dilihat pada diagram berikut.



## Gambar 1. Roadmap Penelitian

### 2.2. Landasan Teori

Rawa adalah wadah air beserta air dan daya air yang terkandung di dalamnya, tergenang secara terus menerus atau musiman, terbentuk secara alami di lahan yang relatif datar atau cekung dengan endapan mineral atau gambut, dan ditumbuhi vegetasi, yang merupakan suatu ekosistem. (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 73 Tahun 2013, 2013)

Rawa adalah lahan basah (wetlands) yang menggambarkan genangan sementara atau permanen oleh badan air yang dangkal pada suatu lahan area. Rawa juga merupakan kawasan yang terletak di zona peralihan antara daratan yang kering secara permanen dan perairan yang berair secara permanen. Dari sisi sumber air tanah maka rawa merupakan pengendali air tanah karena umumnya berada di daerah Cekungan Air Tanah (CAT), sekaligus pengendali sumber daya air. Mempertahankan rawa berarti juga mempertahankan fungsi sebagai sumber daya air sehingga keberadaan air rawa harus terus diupayakan dalam kondisi ajeg segar (konstan atau kontinu). (Kodoatie J. & Sjarief, 2010)

Ekosistem rawa digolongkan sebagai ekosistem yang berada antara ekosistem darat dan ekosistem air (peralihan). Di kawasan peralihan tersebut ada campuran organisme darat, organisme air, dan organisme khas yang hanya hidup di lingkungan rawa. Untuk dapat disebut sebagai rawa salah satu atau lebih dari tiga kondisi ini harus terpenuhi :

1. Tanah yang dapat mendukung hidrofita (tanaman yang hidup dalam lingkungan air) paling tidak secara periodik;
2. Wilayah yang didominasi oleh lahan basah yang tidak terdrainase atau berada dalam keadaan yang cukup basah untuk periode yang agak panjang sehingga menimbulkan keadaan yang anaerob yang menghambat pertumbuhan jenis tumbuhan tertentu.
3. Wilayah yang terdiri dari media bukan tanah seperti pasir, kerikil dan batu yang jenuh dengan air atau ditutupi oleh genangan air yang dangkal secara permanen atau dalam beberapa waktu tertentu.

Rawa dapat menghasilkan pendapatan yang lebih tinggi daripada lahan kering. Produktivitas yang tinggi dari lahan rawa dapat dicapai karena rawa

menerima secara permanen limbah unsur hara yang berasal dari daratan yang berada di sekeliling rawa. Ditambah dengan pasokan air yang melimpah, rawa mempunyai kemampuan besar untuk mendukung pertumbuhan tanaman baik kecil maupun besar yang dibutuhkan oleh hewan dan manusia sebagai sumber energi. (Kodoatie J. & Sjarief, 2010)

### **2.2.1. Jenis – Jenis Lahan Rawa**

Dalam keadaan alaminya, lahan rawa pada umumnya berdrainase buruk dan biasanya tergenangi air dalam waktu yang relatif lama. Umumnya, lahan rawa dapat dibedakan menjadi tiga yaitu :

- a. Lahan rawa pasang surut, lokasinya berada di sepanjang pesisir dan di sepanjang ruas sungai bagian hilir pada rezim sungai yang dipengaruhi fluktuasi muka air pasang surut harian. Umumnya meliputi zona mangrove diikuti kemudian dengan rawa air tawar yang cukup luas arealnya. Elevasi lahannya sebagian terbesarnya berada di sekitar tata muka air pasang tinggi. Kawasan ini ditandai keberadaannya oleh genangan dangkal pada musim penghujan terutama diakibatkan oleh air hujan yang terakumulasi karena drainasenya terhambat. Setiap harinya pada saat muka air sungai dalam keadaan surut pada umumnya memberikan peluang bagi berlangsungnya proses drainase air yang berlebihan mengalir keluar. Di kawasan tertentu, muka air sungai pada saat pasang memberikan peluang bagi berlangsungnya irigasi pasang surut.
- b. Irigasi non pasang surut, letaknya berada diluar zona pasang surut, seringkali disebut sebagai lahan rawa lebak. Kawasan ini banyak dipengaruhi oleh flukuasi musiman muka air sungai dan pada saat musim penghujan lahannya bisa terendam air dengan genangan yang cukup dalam. Karena tidak adanya muka air surut harian pada sungai di kawasan ini, maka perencanaan drainase bagi pengembangan lahan rawa lebak memerlukan kriteria tersendiri. Pada kebanyakan kawasan bahkan memerlukan upaya pengamanan dari luapan banjir sungai.
- c. Lahan rawa pedalaman, adalah lahan rawa yang tidak termasuk dalam klasifikasi yang disebutkan di atas, biasanya terletak di kawasan yang

sekitarnya adalah lahan kering (uplands). Lahan rawa jenis ini luasannya relatif lebih kecil.

(Kodoatie J. & Sjarief, 2010)

### **2.2.2. Fungsi Lahan Rawa**

Lahan rawa mempunyai bermacam macam fungsi yang dapat dikelompokkan menjadi :

1. Fungsi hidrologis
2. Pelindung lingkungan
3. Kawasan lindung
4. Kawasan budidaya
5. Strategis rawa
6. Lingkungan hidup
7. Sosial
8. Ekonomi

#### **1. Fungsi Hidrologis**

Rawa mampu mendukung aneka ragam kehidupan, rawa juga mempunyai fungsi hidrologis sebagai kawasan penyangga untuk menampung air dalam jumlah besar yang berasal dari curah hujan lebat agar jangan langsung membanjiri dataran rendah hilir rawa.

Ketika beban puncak curah hujan terjadi, rawa meredam besarnya aliran air yang keluar dari sana. Sebaliknya, jika musim kemarau ketika curah hujan rendah atau nol, rawa melepaskan sedikit demi sedikit cadangan air yang dikandungnya ke perairan. Dalam hal ini rawa berfungsi untuk mengurangi besarnya fluktuasi aliran air yang mengalir di perairan. Sama seperti fungsi hutan di daerah pegunungan, rawa adalah regulator aliran air tetapi daya tampung rawa lebih besar. Fungsi regulator kontinuitas aliran air sangat penting bagi makhluk hidup termasuk manusia yang berdiam di hilir rawa. Pasokan air yang terus menerus sangat penting bagi manusia, terutama untuk keperluan konsumsi, produksi bahan makanan, produksi energi listrik dan transportasi. Bagi makhluk hidup lain

terutama tumbuhan dan hewan akuatik, aliran air terus menerus ke dalam habitatnya merupakan faktor penentu bagi kelangsungan hidupnya. Selama musim kemarau tempat – tempat rendah di rawa – rawa yang biasanya tidak mengalami kekeringan secara total menjadi tempat pengungsian bukan hanya bagi ikan, amfibi, reptilia yang hidup dalam rawa tetapi juga bagi fauna darat yang membutuhkan air dan sumber makanan. (Kodoatie J. & Sjarief, 2010)

Dalam siklus hidrologi, air yang berawal dari laut, menguap turun ke bumi berupa hujan, kemudian mengalir lagi ke laut, rawa berperan untuk memperbaharui cadangan air tanah yang menurun secara terus menerus kibat mengalir ke tempat yang lebih rendah atau akibat pengambilan oleh manusia. Karena itu rawa tawar yang berada di pinggir laut sangat besar perannya untuk menaikkan permukaan air tawar di bawah tanah (air tanah) sehingga intrusi air asin ke daratan dapat dihindari. (Kodoatie J. & Sjarief, 2010)

## 2. Fungsi Pelindung Lingkungan

Secara fisik rawa juga berfungsi sebagai pelindung lingkungan baik lingkungan darat dan lingkungan perairan. Lingkungan darat dilindungi oleh rawa dari gempuran gelombang air yang dapat menyebabkan erosi tanah di pinggir laut, danau, atau sungai. Rapatnya tumbuhan yang hidup di rawa seperti bakau, nipah, dan rerumputan akuatik lainnya akan meredam kekuatan gelombang yang menuju daratan. Sedangkan lingkungan perairan dilindungi oleh rawa melalui proses penyaringan air tercemar yang singgah di kawasan rawa sebelum memasuki perairan. (Kodoatie J. & Sjarief, 2010)

## 3. Fungsi Kawasan Lindung

Selain itu rawa juga mempunyai fungsi lain, berdasarkan fungsi utamanya rawa dapat berfungsi sebagai kawasan budidaya serta berdasarkan fungsi strategis rawa dapat berfungsi sebagai kawasan tertentu, kawasan andlan maupun kawasan tertinggal. Kawasan lindung

merupakan kawasan yang ditetapkan dengan fungsi utama untuk melindungi kelestarian lingkungan hidup untuk mencakup sumberdaya alam dan sumberdaya buatan. Kriteria pengembangan lahan rawa sebagai kawasan lindung adalah:

- a. Kawasan tanah bergambut dengan ketebalan tiga meter atau lebih yang terdapat di bagian hulu sungai dan rawa;
- b. Kawasan pantai berhutan bakau;
- c. Memiliki sumberdaya alam yang khas dan unik berupa jenis tumbuhan maupun jenis satwa yang perlu dilestarikan;
- d. Kawasan yang mempunyai komunitas alam yang unik, langka dan indah.

#### 4. Fungsi Kawasan Budidaya

Kawasan budidaya merupakan kawasan yang ditetapkan dengan fungsi utama untuk dibudidayakan atas dasar kondisi dan potensi sumber daya alam, sumber daya manusia dan buatan. Kriteria pengembangan lahan rawa kawasan budidaya adalah :

- a. Kawasan yang secara teknis dapat dimanfaatkan sebagai kawasan budidaya;
- b. Kawasan yang dapat meningkatkan perkembangan pembangunan lintas sektor dan sub sektor kegiatan ekonomi sekitarnya;
- c. Kawasan yang apabila digunakan untuk budidaya akan meningkatkan pendapatan nasional dan daerah;
- d. Kawasan yang apabila digunakan untuk budidaya tidak mengganggu fungsi lindung dan pelestarian sumberdaya alam.

#### 5. Fungsi Strategi Rawa

Kawasan tertentu merupakan kawasan yang ditetapkan secara nasional mempunyai nilai strategis yang penataan ruangnya diprioritaskan. Kriteria kawasan tertentu adalah :

- a. Kawasan yang mempunyai skala kegiatan produksi atau potensi sumberdaya alam, sumberdaya buatan, dan sumberdaya manusia yang besar dan berpengaruh terhadap pengembangan aspek ekonomi,



demografi, politik, pertahanan, dan keamanan serta pengembangan wilayah sekitarnya;

- b. Kawasan yang mempunyai skala kegiatan produksi atau potensi sumberdaya alam, sumberdaya buatan, dan sumberdaya manusia yang besar serta usaha dan atau kegiatannya berdampak besar dan penting terhadap kegiatan sejenis maupun kegiatan lain baik di wilayah bersangkutan, wilayah sekitarnya maupun wilayah negara;
- c. Kawasan yang memiliki faktor pendorong besar bagi peningkatan kesejahteraan sosial ekonomi masyarakat baik di wilayah yang bersangkutan maupun di wilayah sekitarnya;
- d. Kawasan yang mempunyai keterkaitan yang saling mempengaruhi dengan kegiatan yang dilaksanakan di wilayah lainnya yang berbatasan baik dalam lingkup nasional maupun regional;
- e. Kawasan yang mempunyai posisi strategis serta usaha atau kegiatannya berdampak besar dan penting terhadap kondisi politik dan pertahanan keamanan nasional serta regional.

(Kodoatie J. & Sjarief, 2010)

Tabel 2.1 Rawa Berdasarkan Fungsinya

NO	Berdasarkan Fungsi Utama		Berdasarkan Fungsi Strategis		
	Lindung	Budidaya	Tertentu	Andalan	Tertinggal
1	Bergambut > 3 m	syarat teknis budidaya	sumberdaya alam besar	mendorong pertumbuhan ekonomi sekitar	SD Alam Rendah
2	Jenis tumbuhan dan satwa khas dan unik	pembangunan lintas sektor	berpengaruh pada kegiatan lain di wilayah sekitar	aglomerasi pusat permukiman dan kegiatan produksi	SD Manusia Rendah
3	Komunitas alam langka	tidak mengganggu fungsi lindung dan sumber daya alam	posisi strategis	potensi sektor unggulan	sarana dan prasarana pendukung rendah

## 6. Fungsi Lingkungan hidup, Fungsi Sosial dan Fungsi Ekonomi

Berdasarkan pasal 4 RPP tentang rawa, rawa mempunyai fungsi lingkungan hidup, sosial, dan ekonomi yang penyelenggaraannya serta perwujudannya dilaksanakan secara selaras. Penyelenggaraan serta perwujudan dilaksanakan secara selaras maksudnya dalam penyelenggaraan pengelolaan rawa dilaksanakan secara seimbang dan tidak berarti bahwa fungsi yang satu lebih penting dari yang lain.

- a. Fungsi lingkungan hidup, sebagai bagian dari ekosistem, merupakan tempat kelangsungan hidup flora dan fauna
- b. Fungsi sosial, berarti kepentingan umum diutamakan daripada kepentingan individu dan mempertimbangkan faktor budaya masyarakat setempat

Fungsi ekonomi, bahwa rawa dapat didayagunakan melalui upaya reklamasi untuk menunjang kegiatan usaha melalui penyiapan prasarana dan sarana bagi keperluan lahan pemukiman, pertanian, perkebunan, perikanan, industri, dan perhubungan serta pariwisata. (Kodoatie J. & Sjarief, 2010)

### 2.2.3. Potensi dan Kondisi Rawa di Indonesia

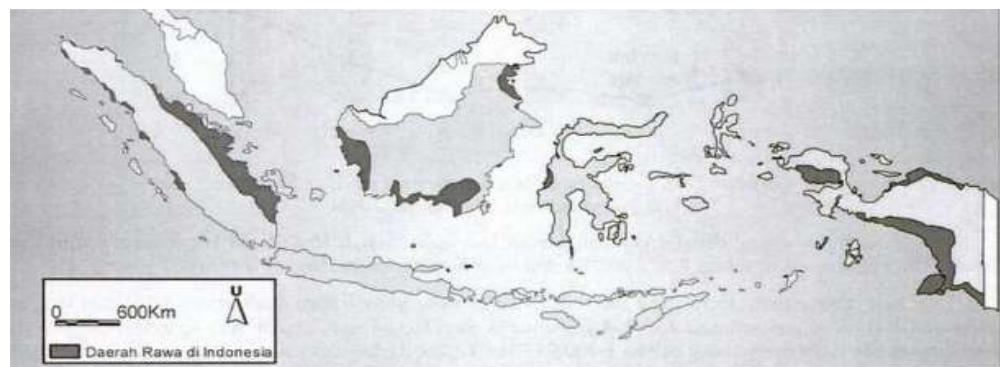
Indonesia memiliki daerah rawa yang sangat luas terutama Sumatra, Kalimantan, Sulawesi dan Papua. Namun, walaupun belum ada data terbaru yang pasti, luasan daerah rawa di Indonesia diyakini terus berkurang dalam jumlah yang signifikan. Lahan rawa pasang surut di Indonesia termasuk dalam iklim hujan tropis dengan temperatur, kelembaban udara dan curah hujan yang tinggi. Temperatur harian rata – rata berkisar antara 25° C sampai 30° C, dengan sedikit fluktuasi musiman. Kelembaban udara pada umumnya diatas 80%. Biasanya besarnya evapotranspirasi bervariasi antara 3,5 dan 4,5 mm/hari. Curah hujan tahunan rata – rata pada sebagian besar areal lahan rawa berkisar antara 2000 sampai 2500 mm.

Variasi bulanan curah hujan rata – rata sangat penting dan menentukan pola tanam musiman, khususnya kemungkinan dapat

dilakukannya tanam kedua dengan sistem tadah hujan. Berdasarkan kriteria dan klasifikasi agroklimat Oldeman, paling sedikit dibutuhkan 7 bulan basah ( curah hujan lebih dari 200 mm/bulan) untuk dapat tanam padi dua kali setahun ( tipe iklim A dan B ). Dengan demikian, sebagian besar lahan rawa pasang surut di Indonesia mempunyai peluang untuk dapat ditanami dua kali setahun.

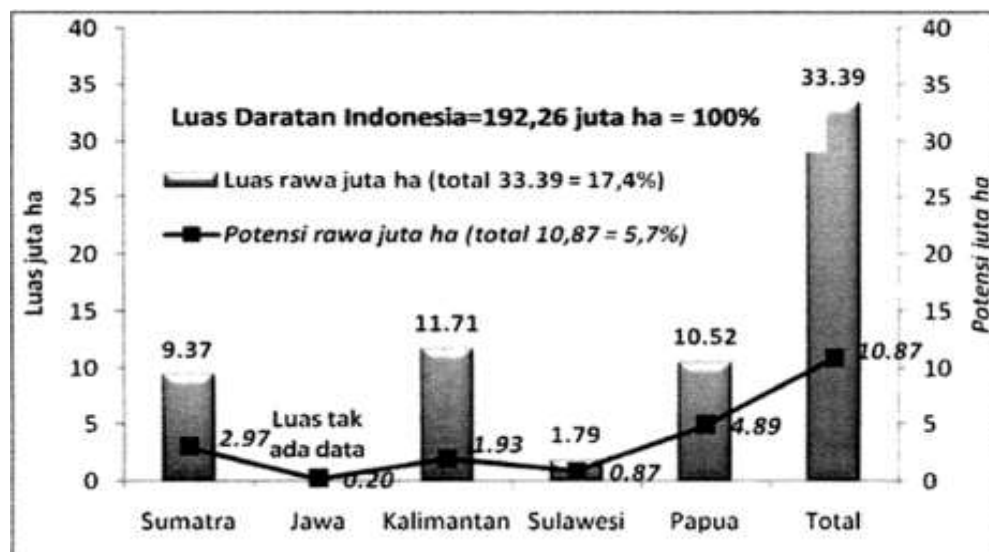
Sesuai dengan UU No. 7 Tahun 2004 tentang sumberdaya air, rawa merupakan salah satu sumber daya alam yang potensial bagi kesejahteraan masyarakat, sehingga potensi yang ada pada lahan rawa perlu dilestarikan dan dikembangkan atau ditingkatkan fungsi manfaatnya. Potensi pemanfaatan lahan rawa selain ditujukan untuk pengembangan (ekstensifikasi) lahan pertanian yang produktif, berfungsi pula sebagai sumber daya alam (lahan dan air) serta lahan konservasi. (Kodoatie J. & Sjarief, 2010)

Luas Indonesia adalah 518,01 juta ha atau (5,18 juta km<sup>2</sup>) terdiri atas luas daratan 192,26 juta ha (37%) dan luas perairan 325,75 juta ha (63%). Total luas rawa 33,39 juta ha dan yang potensial adalah 10,87 juta ha, yang terdiri dari 20.096.800 hektar (60,2%) lahan pasang surut dan 13.296.770 hektar (39,8%) lahan rawa non-pasang surut (lebak). Dari luasan tersebut, total lahan rawa yang dikembangkan pemerintah adalah 1.8 juta ha dan oleh masyarakat sekitar 2.4 juta ha. (Pusdatarawa, 2010)



Gambar 2.1 Perincian Luas Rawa

(Kodoatie J. & Sjarief, 2010)



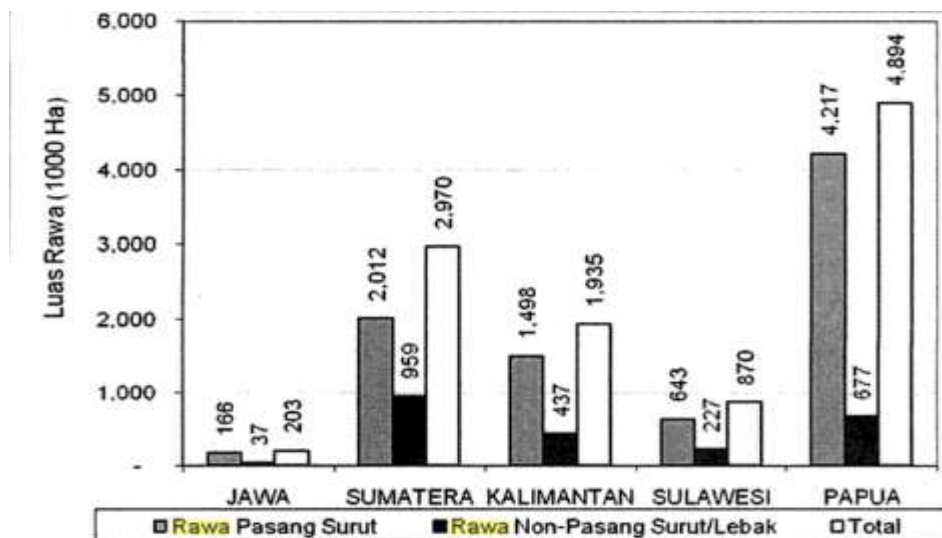
Gambar 2.2 Grafik Luas Total dan Potensi Rawa di Indonesia  
(Kodoatie J. & Sjarief, 2010)

Dari luas pasang surut yang ada untuk daerah rawa yang belum direklamasi 5.701.894 ha dan yang sudah direklamasi seluas 2.833.814 ha dimana direklamasi oleh pemerintah seluas 1.433.101 ha dan direklamasi oleh masyarakat seluas 1.400.713 ha. Untuk daerah rawa non pasang surut, daerah rawa yang belum direklamasi seluas 1.373.900 ha dan yang sudah direklamasi seluas 962.757 ha dimana yang direkamasi oleh pemerintah seluas 384.712 ha dan direklamasi oleh masyarakat seluas 578.045 ha. Sehingga total luas daerah rawa yang telah direklamasi oleh pemerintah adalah 1.817.813 ha dan yang telah direklamasi oleh masyarakat adalah 1.978.758 ha. Sehingga total potensi rawa yang telah dikembangkan baik oleh pemerintah maupun masyarakat adalah 3.796.571 ha (3,8 juta ha atau 34,9% dari total potensi rawa). (Kodoatie J. & Sjarief, 2010)



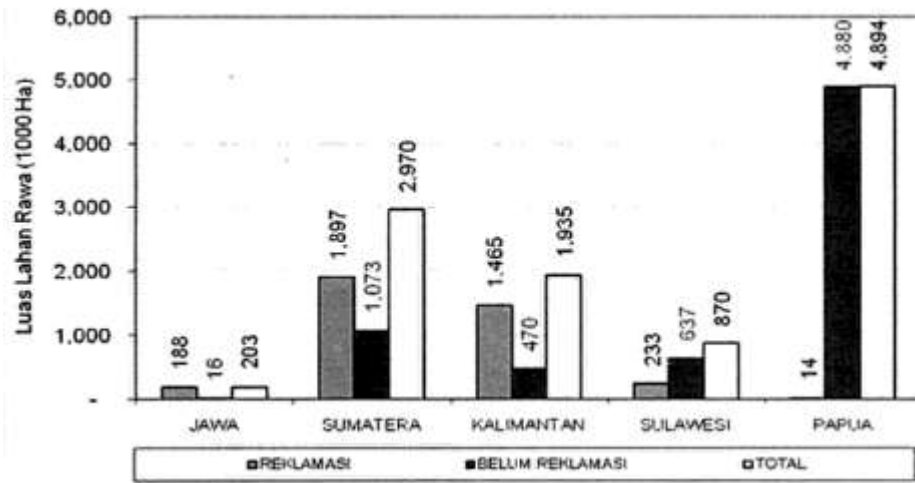
Gambar 2.3 Luas Potensi Rawa dan yang Sudah Maupun Belum Direklamasi Oleh Pemerintah Maupun Masyarakat.  
(Kodoatie J. & Sjarief, 2010)

Untuk grafik potensi daerah rawa tersebut pada masing – masing pulau besar di Indonesia tersaji pada gambar 2.4 dibawah ini :



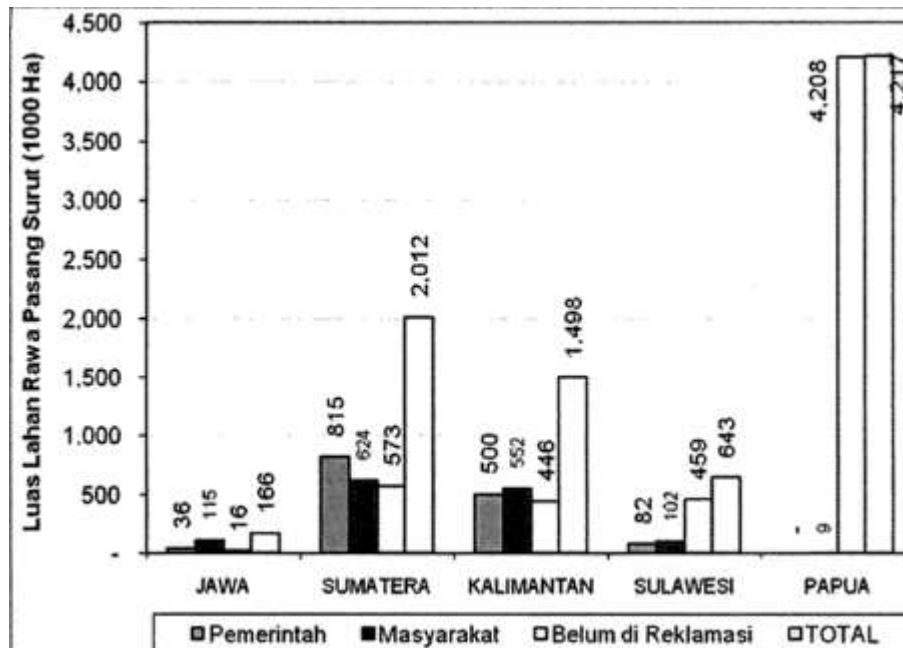
Gambar 2.4 Luas Lahan rawa di masing – masing pulau di Indonesia (1000 ha)

(Kodoatie J. & Sjarief, 2010)



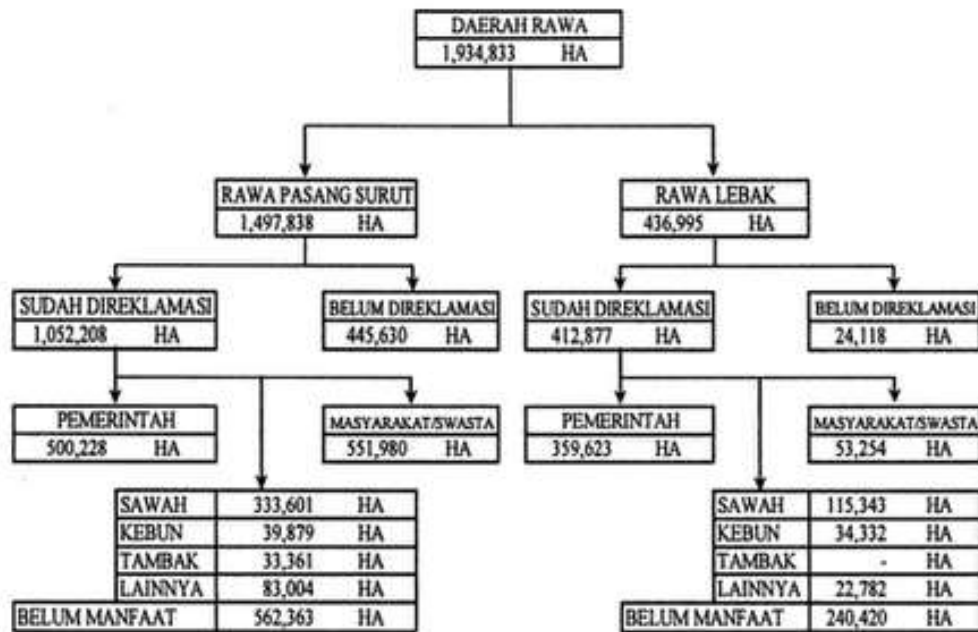
Gambar 2.5 Luas Lahan Rawa Reklamasi masing – masing pulau di Indonesia

(Kodoatie J. & Sjarief, 2010)



Gambar 2.6 Luas Lahan Rawa Pasang Surut masing – masing Pulau di Indonesia (ribu ha)

(Kodoatie J. & Sjarief, 2010)



Gambar 2.7 Pohon Rawa di Pulau Kalimantan  
(Kodoatie J. & Sjarief, 2010)



Gambar 2.8 Grafik Pemanfaatan Lahan Rawa Reklamasi  
(Kodoatie J. & Sjarief, 2010)

Lahan rawa yang telah direklamasi pemerintah ini umumnya terkonsentrasi di Pulau Sumatera (Provinsi Riau, Jambi, Sumatera Selatan dan Lampung) serta pulau Kalimantan ( Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan). Secara umum pemanfaatan lahan untuk persawahan adalah paling dominan, yakni meliputi 1.181.694 ha (67,51%) disusul dengan penggunaan untuk perkebunan 498.918 ha (15,09%), tambak

441.332 ha (9,26%) dan lainnya 318,845 ha (8,15%). Pada grafik diatas terlihat pemanfaatan lahan rawa reklamasi di Indonesia. (Kodoatie J. & Sjarief, 2010)

#### **2.2.4. Permasalahan Pengembangan Rawa di Indonesia**

. Ada beberapa aspek yang menghambat pengembangan lahan rawa antara lain Kegiatan pengembangan rawa sendiri memiliki hambatan dalam pelaksanaannya aspek air ( tata air, banjir, kekeringan, pH, salinitas dll), aspek tanah (pirit, gambut, mudah tumbuh gulma, miskin unsur hara dll), aspek sosial budaya ekonomi (permukiman, pemasaran, penggarap, sarana transportasi, keterbatasan modal, keterisolasian, dll), dan aspek lingkungan. Berikut penjelasan dari berbagai aspek tersebut. (Kodoatie J. & Sjarief, 2010)

##### **a. Tata Air**

Berbeda halnya dengan lahan usaha tani di daerah dataran tinggi dimana sistem tata airnya mudah diatur menggunakan gaya gravitasi, pada daerah rawa tata airnya sangat bergantung terhadap tinggi muka air pasang surut. Daerah rawa yang umumnya relatif datar hanya mampu diairi dengan mengandalkan perbedaan tinggi muka air saat pasang dan bisa mendrain saat surut. Sementara untuk daerah rawa lebak sangat tergantung oleh kondisi alamnya.

##### **b. Banjir**

Permasalahan ini utamanya dijumpai di rawa lebak. Pada saat musim hujan kelebihan air tidak dapat di drainase karena topografi lahan rawa lebak umumnya adalah cekung yang elevasi lahannya berada dibawah elevasi muka air sungai sehingga sangat sulit untuk mendrain kelebihan air yang ada. Kenaikan muka air di sungai akan mengakibatkan bencana banjir pada daerah rendah atau datar di sekitarnya seperti halnya rawa.

##### **c. Kekeringan**

Kekeringan dijumpai didaerah rawa lebak dan juga rawa pasang surut tipe C dan D. Semakin jauh dari sungai suatu unit rawa semakin besar kemungkinannya untuk mengalami kekeringan. Adanya aktifitas



pembuatan saluran tanpa perencanaan yang tepat dan bersifat lokal dapat berakibat terjadinya overdrain terhadap penurunan muka air tanah yang tidak terkendali.

d. pH

Derajat keasaman pH air di lahan rawa umumnya sangat tinggi <4,5. Dengan derajat keasaman yang tinggi sulit untuk dikembangkan menjadi lahan pertanian terutama untuk budidaya pertanian terutama padi. Pada saat musim kemarau, penduduk di lahan rawa kesulitan air bersih, karena air dengan kondisi asam tidak layak untuk dikonsumsi.

e. Salinitasi

Lahan rawa yang bertipe A biasanya dekat dengan laut, daerah ini sangat cocok untuk dikembangkan menjadi lahan budidaya padi, akan tetapi pada saat musim kemarau intrusi air laut akan mempengaruhi sumber air di unit ini. Pada saat musim kemarau tiba debit hulu sungai yang mendukung unit rawa ini menjadi kecil sehingga tidak mampu melawan dorongan pasang air laut dan intrusi akan terjadi.

(Kodoatie J. & Sjarief, 2010)

### **2.2.5. Konsep Pengelolaan Rawa Terpadu**

Konsep pengelolaan daerah rawa terpadu merupakan pola kebijakan pengembangan rawa ke depan. Keterpaduan dalam pengelolaan dan pengembangan daerah rawa ini meliputi :

- a. Keterpaduan dalam pengelolaan rawa sektor terkait
- b. Integrasi rencana pengelolaan dan pengembangan rawa sebagai sumber air dalam perencanaan pengelolaan wilayah sungai
- c. Keterpaduan dukungan program sektor – sektor terkait sebagai basis untuk pengembangan kawasan lahan reklamasi secara berkelanjutan.

(Kodoatie J. & Sjarief, 2010)

## 2.3. Pengendalian Kebakaran Hutan dan Lahan Gambut

### 2.3.1. Pengertian Gambut

Tanah gambut (*peat*) terbentuk akibat pelapukan bahan organik dan hal ini berkaitan erat dengan temperatur tanah, kondisi air yang tergenang serta berbagi asam di dalam tanah. Tanah gambut umumnya mempunyai kepadatan yang rendah dan daya dukung yang kecil. Dari 32 juta Ha tanah gambut tropis 16 juta Ha diantaranya tersebar di daerah rawa di Indonesia. (Kodoatie J. & Sjarief, 2010). Tanah gambut memiliki kemampuan menyimpan air hingga 13 kali dari bobotnya. Oleh karena itu perannya sangat penting dalam hidrologi, seperti mengendalikan banjir saat musim penghujan dan mengeluarkan cadangan air saat kemarau panjang. Kerusakan yang terjadi pada lahan gambut bisa menyebabkan bencana bagi daerah sekitarnya.

Tanah gambut terbentuk dari akumulasi sisa-sisa tanaman purba yang mati dan sebagian mengalami perombakan, mengandung minimal 12-18% C-organik dengan ketebalan minimal 50 cm. Secara taksonomi tanah disebut juga sebagai tanah gambut, Histosol atau Organosol bila memiliki ketebalan lapisan gambut  $\geq 0,1 \text{ g/cm}^3$ . Istilah gambut memiliki makna ganda yaitu sebagai bahan organik (*peat*) dan sebagai tanah organik (*peat soil*). Gambut sebagai bahan organik merupakan sumber energi, bahan untuk media perkecambahan biji dan pupuk organik sedangkan gambut sebagai tanah organik digunakan sebagai lahan untuk melakukan berbagai kegiatan pertanian dan dapat dikelola dalam sistem usaha tani. Terdapat tiga macam bahan organik tanah yang dikenal berdasarkan tingkat dekomposisi bahan tanaman aslinya yaitu fibrik, hemik dan saprik. (Nugroho & dkk, 2004)

Gambut dibedakan ke dalam bahan organik fibrik, hemik dan saprit tergantung tingkat kematangan dan pelapukannya. Sistem kimia dan kesuburan tanah gambut ditentukan oleh :

- Ketebalan lapisan gambut dan tingkat kematangan keadaan tanah mineral di bawah lapisannya kualitas air sungai atau air pasang.

- Semakin tebal gambutnya semakin miskin unsur haranya yang semakin tipis lapisan penutup atasnya. Gambut terletak di atas endapan kwarsa lebih miskin unsur haranya dari gambut di atas tanah liat. Daya dukung tanah gambut dan tanah smpat rendah dan merupakan tanah problematik sehingga memerlukan rekayasa konstruksi prasarana bangunan air, transportasi jalan dan pemukiman secara khas.

(Kodoatie J. & Sjarief, 2010)

### 2.3.2. Fungsi dan Potensi Hutan Lahan Gambut

Ekosistem gambut merupakan ekosistem khas, dimana ekosistem ini jika belum terganggu selalu tegenang air setiap tahunnya. Gambut memiliki manfaat yang khas dibandingkan dengan sumberdaya alam lainnya, karena gambut dapat dimanfaatkan sebagai “lahan” maupun sebagai “bahan”. Hutan rawa gambut memiliki multifungsi, diantaranya :

- a. Sebagai cadangan/penyimpanan air;
- b. Sebagai penyangga lingkungan/ekologi;
- c. Sebagai lahan pertanian;
- d. Sebagai habitat flora (tanaman) dan fauna (ikan, burung, satwa liar lain, dan sebagainya);
- e. Sebagai bahan baku briket arang maupun media tumbuh tanaman;
- f. Memiliki kemampuan untuk menyimpan/memendam (*sink*) dan menyerap karbon (*sequestration*) dalam jumlah cukup besar yang berarti dapat membatasi lepasnya gas rumah kaca ke atmosfer.

(Nugroho & dkk, 2004)

Lahan gambut kurang bernilai ekonomis tetapi memiliki fungsi ekologis tetapi memiliki fungsi ekologis yang sangat penting, seperti fungsi hidrologi yang berperan dalam mengatur aliran dan menyimpan air. Kemampuannya menyerap air yang tinggi menjadikan rawa gambut berperan penting dalam mencegah terjadinya banjir dan mengurangi bahaya banjir. (Nugroho & dkk, 2004)

### 2.3.3. Karakteristik Lahan Gambut

#### 1. Karakteristik Fisik

Karakteristik fisik gambut yang penting dalam pemanfaatannya untuk pertanian meliputi kadar air, berat isi (bulk density, BD), daya menahan beban (bearing capacity), subsiden (penurunan permukaan), dan mengering tidak balik (irreversible drying).

- a. Kadar air tanah gambut berkisar antara 100 – 1.300% dari berat keringnya. gambut mampu menyerap air sampai 13 kali bobotnya. Dengan demikian, sampai batas tertentu, kubah gambut mampu mengalirkan air ke areal sekelilingnya;
- b. Volume gambut akan menyusut bila lahan gambut didrainase, sehingga terjadi penurunan permukaan tanah (subsiden). Selain karena penyusutan volume, subsiden juga terjadi karena adanya proses dekomposisi dan erosi.
- c. Rendahnya BD gambut menyebabkan daya menahan atau menyangga beban (bearing capacity) menjadi sangat rendah
- d. Mengering tidak balik. Gambut yang telah mengering, dengan kadar air <100% (berdasarkan berat), tidak bisa menyerap air lagi kalau dibasahi. Gambut yang mengering ini sifatnya sama dengan kayu kering yang mudah hanyut dibawa aliran air dan mudah terbakar dalam keadaan kering. Gambut yang terbakar menghasilkan energi panas yang lebih besar dari kayu/arang terbakar. Gambut yang terbakar juga sulit dipadamkan dan apinya bisa merambat di bawah permukaan sehingga kebakaran lahan bisa meluas tidak terkendali.

(Agus & Subiksa, 2008)

#### 2. Karakteristik Kimia

Karakteristik kimia lahan gambut di Indonesia sangat ditentukan oleh kandungan mineral, ketebalan, jenis mineral pada substratum (di dasar gambut), dan tingkat dekomposisi gambut. Kandungan mineral gambut di Indonesia umumnya kurang dari 5% dan sisanya adalah bahan organik. (Agus & Subiksa, 2008)

Lahan gambut umumnya mempunyai tingkat kemasaman yang relatif tinggi dengan kisaran pH 3 - 5. Secara alamiah lahan gambut memiliki tingkat kesuburan rendah karena kandungan unsur haranya rendah dan mengandung beragam asam-asam organik yang sebagian bersifat racun bagi tanaman. Namun demikian asam-asam tersebut merupakan bagian aktif dari tanah yang menentukan kemampuan gambut untuk menahan unsur hara. Karakteristik dari asam-asam organik ini akan menentukan sifat kimia gambut. (Agus & Subiksa, 2008)

Tanah gambut juga mengandung unsur mikro yang sangat rendah dan diikat cukup kuat (khelat) oleh bahan organik sehingga tidak tersedia bagi tanaman. Selain itu adanya kondisi reduksi yang kuat menyebabkan unsur mikro direduksi ke bentuk yang tidak dapat diserap tanaman. Kandungan unsur mikro pada tanah gambut dapat ditingkatkan dengan menambahkan tanah mineral atau menambahkan pupuk mikro. (Agus & Subiksa, 2008)

Gambut di Indonesia (dan di daerah tropis lainnya) mempunyai kandungan lignin yang lebih tinggi dibandingkan dengan gambut yang berada di daerah beriklim sedang, karena terbentuk dari pohon-pohonan. Lignin yang mengalami proses degradasi dalam keadaan anaerob akan terurai menjadi senyawa humat dan asam-asam fenolat. (Agus & Subiksa, 2008)

#### **2.3.4. Penyebab Kebakaran Hutan dan Lahan Gambut**

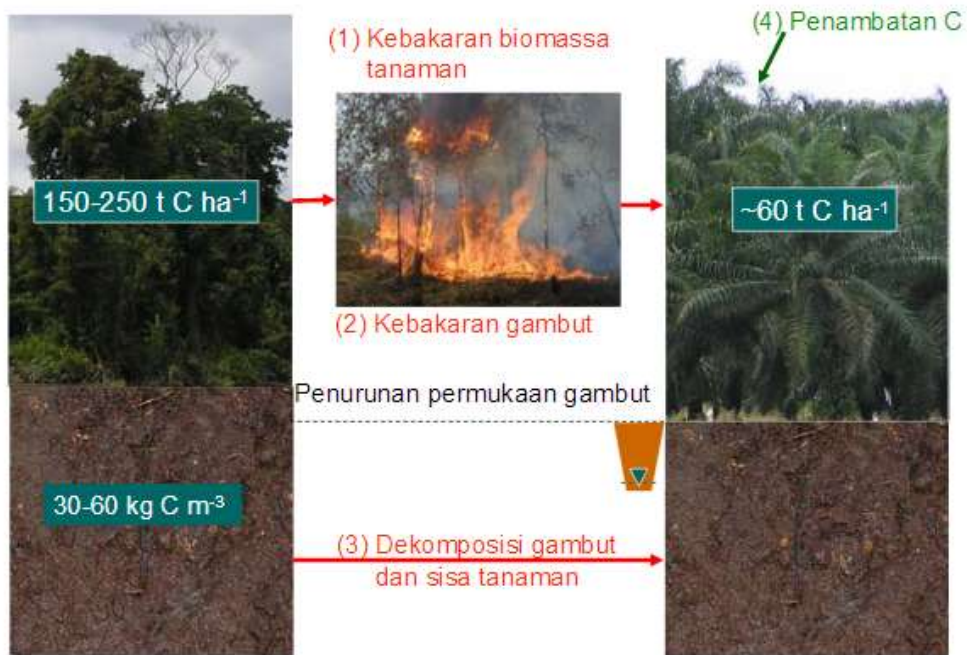
Kebakaran hutan/lahan di Indonesia umumnya (99,9%), disebabkan oleh manusia, baik disengaja maupun akibat kelalaiannya. Sedangkan sisanya (0,1 %) adalah karena alam (petir, larva gunung berapi). (Nugroho & dkk, 2004)

Pada kondisi alami, lahan gambut tidak mudah terbakar karena sifatnya yang menyerupai spons, yakni menyerap dan menahan air secara maksimal sehingga pada musim hujan dan musim kemarau tidak ada perbedaan kondisi yang ekstrim. Namun, apabila kondisi lahan gambut

tersebut sudah mulai terganggu akibatnya adanya konversi lahan atau pembuatan kanal, maka keseimbangan ekologisnya akan terganggu. (WWFINDONESIA, 2015)

Pada musim kemarau, lahan gambut akan sangat kering sampai kedalaman tertentu dan mudah terbakar. Gambut mengandung bahan bakar (sisa tumbuhan) sampai di bawah permukaan, sehingga api di lahan gambut menjalar di bawah permukaan tanah secara lambat dan sulit dideteksi, dan menimbulkan asap tebal. Api di lahan gambut sulit dipadamkan sehingga bisa berlangsung lama (berbulan-bulan). Dan, baru bisa mati total setelah adanya hujan yang intensif. (WWFINDONESIA, 2015)

Apabila biomassa tanaman hutan gambut terbakar maka tidak hanya biomassa tanaman saja yang akan terbakar, tetapi juga beberapa centimeter lapisan gambut bagian atas yang berada dalam keadaan kering. Lapisan gambut ini akan rentan kebakaran apabila muka air tanah lebih dalam dari 30 cm. Pada tahun El Nino seperti tahun 1997, muka air tanah menjadi lebih dalam karena penguapan sehingga lapisan atas gambut menjadi sangat kering. Dalam keadaan demikian kebakaran gambut dapat mencapai ketebalan 50 cm. Dalam keadaan ekstrim ini bara api pada tanah gambut dapat bertahan berminggu-minggu. Untuk tahun normal Hatano (2004) memperkirakan kedalaman gambut yang terbakar sewaktu pembukaan hutan sedalam 15 cm. Apabila kandungan karbon gambut rata-rata adalah  $50 \text{ kg m}^{-3}$  (berkisar antara 30 sampai  $60 \text{ kg m}^{-3}$ ; Gambar 8) maka dengan terbakarnya 15 cm lapisan gambut akan teremis sebanyak  $75 \text{ t C ha}^{-1}$  atau ekuivalen dengan  $275 \text{ t CO}_2 \text{ ha}^{-1}$ .



Gambar 2.9 Skema proses emisi dan penambatan karbon yang berhubungan dengan pembukaan hutan gambut menjadi lahan perkebunan

(Agus & Subiksa, 2008)

Seperti contoh di Riau telah berhasil membangun 1.300 kanal bloking yang tersebar di Kabupaten Kota di Riau. Kanal-kanal bloking tersebut dibangun di tengah kawasan lahan gambut. pembuatan Kanal Bloking yang dilakukan oleh jajarannya ini terbukti memberikan manfaat untuk pencegahan Kebakaran Lahan dan Hutan (Karlaut). Karena dengan kanal bloking, kondisi lahan gambut tersebut saat ini dalam keadaan basah. Bahkan hingga radius 300 meter dari kanal bloking yang telah dibangun, kondisi gambutnya masih basah. Ini diketahui berdasarkan hasil evaluasi dan pemantauan kepolisian ke lokasi kanal bloking yang telah dibangun beberapa waktu lalu. (Kodoatie J. & Sjarief, 2010)

Selain melakukan upaya pencegahan membangun Kanal Bloking, Jajaran Kepolisian juga melakukan upaya pencegahan dengan melakukan penyebaran maklumat Himbauan untuk tidak membakar lahan. Upaya pemadaman api juga tetap dilakukan jika muncul api karlahut. Pemadaman ini dilakukan dengan cara terlebih dulu melakukan pemantauan titik api

dengan cara patroli aparat kepolisian bersama-sama TNI, dan masyarakat. (Kodoatie J. & Sjarief, 2010)

Kebakaran lahan gambut di Kalimantan Selatan disebabkan oleh turunnya muka air tanah yang terganggu akibat adanya konversi lahan gambut sehingga lahan gambut menjadi kering dan mudah terbakar. Selain faktor turunnya muka air tanah sebagai faktor utama kebakaran lahan gambut juga didukung oleh faktor-faktor pendukung penyebab terjadinya kebakaran lahan seperti :

1. Faktor alam, vegetasi lahan gambut yang memiliki sifat mudah terbakar. Cuaca panas akibat kemarau panjang dan meningkatnya suhu panas serta angin kencang dan puting beliung membuat api juga sangat mudah membesar;
2. Manusia, kebiasaan penduduk membakar lahan kebun dan sawah untuk meningkatkan kesuburan tanah dan cara praktis serta ekonomis untuk membersihkan lahan;
3. Kesengajaan, perusahaan dan perorangan membakar hutan dan lahan untuk membuka perkebunan, kawasan bisnis atau perumahan dan kurangnya kesadaran masyarakat dalam mencegah kebakaran hutan dan lahan serta kurangnya kecintaan terhadap lingkungan hidup;
4. Regulasi, adanya Undang-Undang no. 32 Tahun 2009 tentang pengelolaan lingkungan hidup yang memperbolehkan membakar lahan maksimal 2 hektar.

#### **2.3.5. Konservasi Lahan Gambut**

Aspek legal mengenai konservasi lahan gambut diatur dalam Keputusan Presiden No. 32 tahun 1990 tentang kawasan lindung. Perlindungan terhadap kawasan gambut dimaksudkan untuk mengendalikan hidrologi wilayah, yang berfungsi sebagai menyimpan air dan pencegah banjir, serta melindungi ekosistem yang khas di kawasan yang bersangkutan. Konservasi lahan gambut juga dimaksudkan untuk meminimalkan teremisinya karbon tersimpan yang jumlahnya sangat besar. (Agus & Subiksa, 2008)



Ada beberapa pendekatan yang dapat ditempuh dalam rangka konservasi lahan gambut yaitu :

#### 1. Menanggulangi Kebakaran Hutan dan Lahan Gambut

Hutan dan lahan gambut dapat terbakar karena kesengajaan atau ketidaksengajaan. Faktor pemicu parahnya kebakaran hutan dan lahan gambut adalah kemarau yang ekstrim (misalnya pada tahun El-Nino) dan/atau penggalian drainase lahan gambut secara berlebihan. Api dapat dicegah melalui perbaikan sistem pengelolaan air (meninggikan muka air tanah), peningkatan kewaspadaan terhadap api serta pengendalian api apabila terjadi kebakaran. Salah satu bentuk pengendalian kebakaran adalah dengan cara memblok saluran drainase yang sudah terlanjur digali, terutama pada lahan terlantar seperti di daerah eks Pengelolaan Lahan Gambut (PLG) sejuta ha, sehingga muka air tanah lebih dangkal.

Sistem pertanian tradisional di beberapa tempat di lahan gambut melakukan praktek pembakaran sebagai salah satu cara untuk menyuburkan tanah. Sistem ini dapat menyebabkan emisi dan subsiden relatif tinggi. Praktek tersebut dilakukan karena petani tidak mempunyai sarana untuk mendapatkan pupuk dan / atau amelioran untuk meningkatkan kesuburan tanah. Oleh karena itu petani perlu dibantu untuk menerapkan sistem alternatif yang tidak melibatkan pembakaran gambut.

#### 2. Penanaman Kembali Dengan Tanaman Penambat Karbon

Tanaman pohon-pohonan menyumbangkan karbon lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman semusim. Penambatan karbon mendekati nol pada sistem padi dan sekitar  $9 \text{ t CO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ tahun}^{-1}$  untuk tanaman sagu, karet atau sawit. Namun karena sawit memerlukan drainase yang relatif dalam, maka penambatan karbon oleh tanaman sawit jauh lebih rendah dibandingkan dengan emisi karena terdekomposisinya gambut. Dengan demikian, gabungan dari tanaman yang menambat  $\text{CO}_2$  dalam jumlah banyak serta yang

toleran dengan drainase dangkal atau tanpa drainase, seperti sagu dan karet, merupakan pilihan utama dalam konservasi lahan gambut.

### 3. Pengaturan Tinggi Muka Air Tanah Gambut

Penggunaan lahan yang memerlukan drainase dangkal seperti perkebunan karet, sagu, atau sawah dapat mengurangi jumlah emisi dibandingkan dengan sistem yang memerlukan drainase dalam. Selain itu lahan yang sudah terlanjur didrainase, apalagi lahan gambut yang terlantar, perlu dinaikkan kembali muka air tanahnya, misalnya dengan membuat pintu air sehingga proses dekomposisi aerob dapat dikurangi.

Drainase sebidang lahan gambut tidak hanya berpengaruh pada bidang lahan yang didrainase saja, tetapi juga terhadap lahan dan hutan gambut di sekitarnya. Semakin dalam saluran drainase semakin besar dan luas pula pengaruhnya dalam menurunkan muka air lahan gambut sekitarnya, yang selanjutnya mempercepat emisi GRK. Oleh sebab itu konservasi lahan gambut melalui pendekatan hidrologi harus diterapkan pada seluruh hamparan (kubah) gambut.



Gambar 2.10 Pintu air tradisional untuk mengatur tinggi muka air  
(Agus & Subiksa, 2008)

#### 4. Memanfaatkan Lahan Semak Belukar Yang Terlantar

Tidak semua lahan yang mendapatkan konsesi penanaman sawit benar-benar digunakan untuk perkebunan kelapa sawit, sehingga berubah menjadi lahan terlantar. Lahan terlantar ini perlu diprioritaskan untuk perluasan areal pertanian. Dengan penggunaan semak belukar yang cadangan karbonnya sekitar  $15 \text{ t C ha}^{-1}$ , akan dapat dikurangi emisi dari kebakaran dan dekomposisi biomassa sebanyak  $85 \text{ t C ha}^{-1}$  atau  $312 \text{ t CO}_2 \text{ ha}^{-1}$ . Selain itu karena rendahnya jumlah biomassa yang dapat terbakar, maka ketebalan gambut yang terbakar sewaktu pembukaan lahan semak belukar juga dapat dikurangi.

Sumber emisi/penjerapan karbon	Emisi dari penggunaan lahan awal hutan atau belukar gambut menjadi perkebunan sawit atau karet			
	Hutan gambut		Belukar gambut	
	Sawit	Karet	Sawit	Karet
<b>t CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> per 25 tahun</b>				
Kebakaran/dekomposisi biomassa vegetasi awal	367	367	55	55
Kebakaran lapisan atas gambut	275	275	92	92
Dekomposisi gambut	1365	455	1365	455
<b>Jumlah emisi</b>	<b>2.007</b>	<b>1.097</b>	<b>1.512</b>	<b>602</b>
Penjerapan (sequestrasi) oleh tanaman	222	207	222	207
<b>Emisi netto</b>	<b>1.786</b>	<b>890</b>	<b>1.290</b>	<b>394</b>
<b>t CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> tahun<sup>-1</sup></b>				
Kebakaran/dekomposisi biomassa vegetasi awal	14,7	14,7	2,2	2,2
Kebakaran lapisan atas gambut	11,0	11,0	3,7	3,7
Dekomposisi gambut	54,6	18,2	54,6	18,2
<b>Jumlah emisi</b>	<b>80,3</b>	<b>43,9</b>	<b>60,5</b>	<b>24,1</b>
Penjerapan (sequestrasi) oleh tanaman	8,9	8,3	8,9	8,3
<b>Emisi netto</b>	<b>71,4</b>	<b>35,6</b>	<b>51,6</b>	<b>15,8</b>

Catatan: Error (galat) kurang lebih 30% dari nilai yang ada pada tabel ini.

Gambar 2.11 Sumber dan Perkiraan Besaran Emisi dan Penambatan Karbon dari Konversi Hutan dan Lahan Gambut menjadi Perkebunan Sawit atau Karet

5. Penguatan Perundang-Undangan dan Pengawasan Penggunaan dan Pengelolaan Lahan

Aspek legal mengenai konservasi lahan gambut diatur dalam Keputusan Presiden No. 32 tahun 1990 tentang kawasan lindung. Perlindungan terhadap kawasan gambut dimaksudkan untuk mengendalikan hidrologi wilayah, yang berfungsi sebagai penyimpan air dan pencegah banjir, serta melindungi ekosistem

yang khas di kawasan yang bersangkutan. Konservasi lahan gambut juga dimaksudkan untuk meminimalkan teremisinya cadangan karbon. Namun Keputusan Presiden tersebut tidak bisa berdiri sendiri tanpa adanya pengawasan dan komitmen dari semua pihak terkait.

6. Insentif Dalam Konservasi Karbon Lahan Gambut

a. Mekanisme Perdagangan Karbon

Lahan gambut penting sebagai penyimpan karbon di muka bumi agar tidak menjelma menjadi CO<sub>2</sub>. Karbon yang dikandungnya akan bertahan, bahkan bertambah banyak apabila lahan gambut tetap dipertahankan sebagai hutan alam. Namun di lain pihak lahan gambut juga berpotensi untuk dijadikan lahan pertanian, bahkan sebagian hutan gambut cocok dijadikan lahan perkebunan yang menjanjikan keuntungan ekonomi.

Forum Perserikatan Bangsa - Bangsa untuk Penanggulangan Perubahan Iklim (UNFCCC = United Nations Framework Convention on Climate Change) tengah merumuskan mekanisme imbalan untuk jasa konservasi karbon melalui mekanisme yang disebut dengan REDD (Reducing Emissions from Deforestation and Degradation = pengurangan emisi dari deforestasi dan degradasi hutan). Apabila tercapai kesempatan

di kalangan negara anggota Perserikatan Bangsa Bangsa (PBB) maka REDD akan diberlakukan pada tahun 2012. Di samping REDD, kelihatannya mekanisme yang sudah dianut sekarang, yaitu AR-CDM (Afforestation Reforestation – Clean Development Mechanism = Penghijauan dan penghutanan kembali sebagai Mekanisme Pembangunan Bersih) akan tetap dipertahankan sehingga mekanisme pembayaran jasa karbon akan merupakan gabungan dari mekanisme REDD dan AR-CDM.

b. Mekanisme Intensif Lokal

Kerusakan hutan dan lahan gambut sebenarnya bukan semata-mata masalah internasional, akan tetapi merupakan masalah yang juga sangat berpengaruh kepada penduduk lokal. Pembukaan hutan gambut menyebabkan subsiden yang berpotensi menyebabkan daerah sekelilingnya rentan akan banjir dan kebakaran. Dengan demikian perlu dihindari penggunaan lahan gambut melalui cara-cara yang dapat mempercepat emisi GRK, misalnya penanaman tanaman yang memerlukan drainase dalam atau pembakaran seresah di atas lahan gambut.

Perubahan cara pengelolaan atau sistem penggunaan lahan kemungkinan memerlukan tambahan biaya atau menurunkan tingkat keuntungan finansial. Untuk itu diperlukan insentif di tingkat lokal untuk merubah sistem pertanian tersebut.

(Agus & Subiksa, 2008)

Restorasi ekosistem gambut dapat dilakukan melalui penataan kembali fungsi hidrologi dimana kubah gambut sebagai penyimpan air jangka panjang (long storage of water), sehingga gambut tetap basah dan sulit terbakar.

- Restorasi tata air diprioritaskan pada daerah kubah-kubah gambut dengan melakukan penutupan sepenuhnya seluruh kanal-kanal yang sudah terlanjur ada di atasnya. Lalu restorasi dilanjutkan dengan menyekat kanal-kanal (blocking of canals) yang sudah

terlanjur ada di sekitar atau di bagian bawah dari kubah gambut (termasuk kanal-kanal yang terdapat dalam wilayah konsesi perkebunan kelapa sawit, HTI akasia, maupun pertanian masyarakat;

- Sekat-sekat yang dibangun dalam sebuah kanal, jumlahnya harus memadai (bukan satu sekat untuk satu kanal) sehingga lahan gambut di sekitar kanal menjadi basah;
- Sekat-sekat yang dibangun bukan berupa pilahan papan, tapi berupa sekat yang memiliki ruangan cukup memadai untuk ditanami vegetasi endemik/asli lahan gambut. Keberadaan vegetasi di atas sekat diharapkan dapat memperkuat konstruksi sekat;
- Untuk mencegah abrasi pada sisi-sisi dinding kanal, perlu ditanami berbagai tanaman endemik/ asli lahan gambut kearah daratan;
- Keberadaan sekat-sekat harus secara rutin di pantau dan di rawat keberadaannya;
- Pembangunan sekat-sekat agar sebelumnya disosialisasikan dan melibatkan masyarakat setempat, baik dalam pembangunan - pemantauan dan perawatannya.

(Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2015)

### **2.3.6. Sifat Fisik Tanah Gambut**

Parameter sifat fisik tanah gambut yang memegang peranan penting adalah kadar air, *spesific gravity*, kadar organik, angka pori, keasaman, rembesan, dan berat volume. Selama ini dikenal 3 (tiga) fase tanah yaitu fase padat (*solid*), fase cair (*liquid*), dan fase gas, begitu pula untuk tanah gambut. Perbedaan antar tanah gambut dan tanah lainnya terletak pada fase padat (*solid*) dimana pada tanah gambut fase padat tersebut tidak selalu merupakan bagian yang padat karena serat gambut pada umumnya berisi air dan gas. Pori pada tanah gambut berserat menurut MacFarlane, Muskeg Engineering Handbook, 1965 terbagi menjadi makro pori (pori diantara serat – serat besar) dan mikro pori (pori yang berada di dalam serat).

Sifat fisik untuk tanah gambut tidak berserat (*amorphous granular peat*) memiliki beberapa persamaan dengan tanah lempung (*clay*), akan tetapi berbeda jauh dengan tanah gambut berserat (*fibrous peat*). Menurut (Adams, 1961) parameter penting untuk menentukan sifat fisik tanah gambut adalah kadar air ( $w_c$ ), berat volume ( $\gamma$ ), angka pori ( $e$ ), *specific gravity* ( $G_s$ ), kadar organik, kadar serat, kadar abu, keasaman, dan kemampuan menyerap air. Untuk batas – batas Atterberg yang merupakan parameter penting tanah lempung ternyata tidak diperlukan pada tanah gambut.

Parameter – parameter tanah gambut tersebut akan dijelaskan berikut ini :

### **1. Kadar Air ( $w_c$ )**

Salah satu ciri khas utama tanah gambut adalah kemampuan menyerap dan menyimpan air yang sangat tinggi, sehingga lahan gambut berperan sebagai penyimpan cadangan air yang cukup besar yang terlihat dengan tingginya muka air tanah gambut. Besarnya jumlah air yang dapat diserap oleh tanah gambut tergantung pada derajat dekomposisi tanah gambut tersebut. Daya serap gambut berserat jauh lebih besar daripada gambut tidak berserat. Hal ini disebabkan gambut berserat memiliki makro pori yang berada di antara serat – serat dan mikro pori yang berada di dalam serat itu sendiri. Menurut Mochtar, N.E. (Mochtar, 1985, 1991, 1998, 1999, 2000) dan Pasmari (2000) kadar air tanah gambut bisa mencapai 500% bahkan lebih, sedang menurut MacFarlane, *Muskeg Engineering Handbook*, 1965 kadar air tanah gambut berkisar antara 750% - 1500%, akan tetapi kadar air tersebut dapat berubah drastis jika terkontaminasi bahan inorganik walaupun kadarnya kecil. Metode penentuan kadar air tanah gambut sama dengan tanah pada umumnya yaitu dengan dipanaskan hingga suhu 105<sup>0</sup>C di dalam oven.

### **2. Berat Volume ( $\gamma$ )**

Pada tanah gambut, berat volumenya tergantung pada kadar air dan kadar organiknya dimana tanah gambut yang terendam air dan kadar organik tinggi memiliki berat volume mendekati berat volume air. Menurut (MacFarlane I, 1959) tingginya berat volume tanah gambut disebabkan adanya kandungan inorganik, dimana pengamatan menunjukkan bahwa

harga berat volume tanah gambut berkisar antara  $0,9 \text{ t/m}^3$  sampai dengan  $1,25 \text{ t/m}^3$ . Menurut Mochtar, 1985, 1991, 1998, 1999, 2000 harga berat volume gambut Indonesia berkisar antara  $0,96 \text{ t/m}^3 - 1,04 \text{ t/m}^3$ .

### 3. *Specific Gravity (Gs)*

Untuk menentukan nilai Gs tanah gambut digunakan minyak kerosin dan bukan dengan air seperti tanah pada umumnya (Akroyd, 1957). Untuk tanah yang mengandung bahan organik cukup tinggi seperti tanah gambut umumnya memiliki nilai Gs sekitar 1,4, sedang tanah inorganik pada umumnya memiliki nilai Gs sekitar 2,7 (Skempton, 1970). Menurut Bowles nilai gs yang lebih kecil atau sama dengan 2.

Persamaan empiris untuk menghitung nilai Gs dengan korelasi *ash content* dan *organic content* juga diusulkan oleh (Cook, 1956). Persamaan ini didasarkan pada asumsi bahwa *ash content* terdiri dari mineral dengan nilai Gs 2,7 dan komponen organik dari gambut sendiri memiliki nilai Gs 1,5. Nilai Gs untuk tanah gambut adalah :

$$Gs = (1 - AC) 1,5 + 2,7AC \quad (2.4)$$

dimana : AC = *ash content* (%)

### 4. *Angka Pori (e)*

Menurut (Hanrahan, 1954) angka pori dari tanah gambut terutama gambut berserat bisa mencapai nilai 25, sedang menurut (Hellis & Brawner, 1961) untuk tanah gambut tidak berserat memiliki angka pori yang lebih kecil yaitu sekitar 2. Menurut (Mochtar, 1985, 1991, 1998, 1999, 2000) tanah gambut Indonesia memiliki angka pori antara 5 – 11.

### 5. *Porositas (n)*

Porositas (n) adalah perbandingan antara volume pori dengan volume tanah seluruhnya. (Hardiyatmo, 2002)

$$n = \frac{e}{1 + e}$$

Menurut Hellis dan Brawner (1961) besar angka pori (*e*) pada gambut pada umumnya berkisar antara 5 sampai 15.



Tabel 2.2 Nilai Karakteristik Tanah Gambut di Indonesia

Parameter tanah yang diteliti	Satuan	Tanah Gambut dari		
		Banjarmasin	Palangkaraya	Pekanbaru
Berat volume jenuh ( $\gamma_{sat}$ )	t/m <sup>3</sup>	0,964	1,000	1,043
<i>Specific Gravity</i> (Gs)	-	1,381	1,439	1,520
Angka pori ( $e_o$ )	-	6,891	8,166	11,090
Kadar air (Wc)	%	449, 835	536,325	616,08

(Sumber : (Mochtar & al, 1999))

Tabel 2.3 Nilai Karakteristik Tanah Gambut di Beberapa Bagian di Dunia

Soil Deposits	Natural Water Content (%)	Unit Weight $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Specific Gravity (Gs)	Organic Content (%)
Fibrous Peat Quebec	370 – 450	8.7 – 10.4	-	-
Fibrous Peat, Antoniny, Poland	310 – 450	10.5 – 11.1	-	65 – 85
Fibrous Peat, Co. Ofally, Ireland	865 - 1400	10.2 – 11.3	-	98 – 99
Amorphous Peat, Cork, Ireland	450	10.2	-	80
Cranberry Bog Peat, Massachusetts	759 – 946	10.1 – 10.4	-	60 – 77
Peat Austria	200 – 800	9.8 – 13.0	-	-
Peat Japan	334 - 1320	-	-	20 – 98
Peat Italy	200 – 300	10.2 – 14.3	-	70 – 80

Peat America	178 – 600	-	-	-
Peat Canada	223 - 1040	-	-	17 – 80
Peat Hokkaido	115 - 1150	9.5 – 11.2	-	20 – 98
Peat West Malaysia	200 – 700	8.3 – 11.5	1.38 – 1.70	65 – 97
Peat East Malaysia	200 - 2207	8.0 – 12.0	-	76 – 98
Peat Central Kalimantan	467 - 1224	8.0 – 14.0	1.50 – 1.77	41 – 99

(Sumber : (Huata, 2004))

### **2.3.7. Penurunan Muka Air Tanah Terhadap Karakteristik Tanah Gambut**

Tanah gambut di Indonesia belum dikelola dengan baik karena pemahaman atas karakteristik ekosistem rawa belum diketahui secara utuh. Aktivitas penebangan dan pengangkutan kayu serta pembukaan lahan rawa gambut untuk pertanian dilakukan dengan membuat saluran drainase untuk mengatur muka air tanah, hal ini menyebabkan terjadi penurunan muka air tanah dan perubahan ekosistem rawa, sehingga mengakibatkan perubahan karakteristik lahan gambut.

Secara umum telah diketahui bahwa penurunan muka air tanah menyebabkan terjadinya proses dekomposisi yang lebih lanjut pada lapisan di atas muka air tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penetapan tingkat kematangan gambut dengan ketiga metode yang digunakan belum dapat menjelaskan perbedaan tingkat dekomposisi yang terjadi pada lapisan gambut di atas dan di bawah muka air tanah, karena seakan-akan tidak terdapat perbedaan tingkat kematangan antara lapisan di atas dan di bawah muka air tanah. Oleh

sebab itu diperlukan pendekatan lain yaitu nisbah C/N, dimana pada lapisan gambut di atas muka air tanah cenderung memiliki nisbah C/N yang lebih rendah daripada lapisan gambut di bawah muka air tanah. Hal ini mengindikasikan pada lapisan gambut di atas muka air tanah memiliki tingkat dekomposisi yang lebih lanjut daripada lapisan gambut di bawah muka air tanah, sehingga dapat dikatakan bahwa penurunan muka air tanah menyebabkan tingkat dekomposisi pada lapisan di atas muka air tanah lebih lanjut. Proses dekomposisi yang lebih lanjut pada lapisan gambut di atas muka air tanah juga menyebabkan perubahan berbagai karakteristik tanah gambut. (Nogroho & Mulyanto, 2003). Untuk penelitian ini kondisi awal berada diatas permukaan tanah.

#### **2.4. Siklus Hidrologi**

Siklus hidrologi adalah gerakan air laut ke udara, yang kemudian jatuh ke permukaan tanah lagi sebagai hujan atau bentuk presipitasi lain, dan akhirnya mengalir ke laut kembali (Soemarto B.I.E Dipl H, 1987). Siklus hidrologi diberi batasan sebagai suksesi tahapan-tahapan yang dilalui air dari atmosfer ke bumi dan kembali lagi ke atmosfer, evaporasi dari tanah atau laut maupun air pedalaman, kondensasi untuk membentuk awan, presipitasi, akumulasi di dalam tanah maupun dalam tubuh air, dan evaporasi kembali (Anonim, 2005). Selama berlangsungnya siklus hidrologi tersebut air akan tertahan sementara di sungai, waduk/danau, dalam tanah sehingga dapat dimanfaatkan oleh manusia dan makhluk hidup lainnya.

Dalam siklus hidrologi energi panas matahari mempunyai peranan yang sangat penting, energi tersebut menyebabkan terjadinya proses evaporasi di laut, badan-badan air dan permukaan bumi lainnya. Uap air tersebut akan terbawa oleh pergerakan udara melintasi daratan yang bergunung maupun datar. Di tempat - tempat tertentu, umumnya di atas dataran yang tinggi terjadi proses pendinginan dan uap air akan terkondensasi menjadi butir-butir air yang akan turun ke bumi (presipitasi) sebagai air hujan, hujan es atau salju. Air hujan tersebut ada yang jatuh di atas vegetasi, batuan, permukaan tanah, permukaan air dan saluran air.

Air yang jatuh pada vegetasi sebagian akan tersimpan di permukaan tajuk/daun dan sebagian lainnya akan jatuh ke permukaan tanah melalui sela-sela daun (*throughfall*) atau mengalir ke bawah melalui permukaan batang (*stemflow*). Sebagian kecil presipitasi tidak akan pernah sampai ke permukaan tanah, melainkan berevaporasi kembali ke atmosfer selama dan setelah berlangsungnya hujan. Sebagian air hujan berevaporasi selama perjalanan dari atmosfer dan sebagian pada permukaan tanah.

Dalam konsep siklus hidrologi bahwa jumlah air di suatu luasan tertentu dipermukaan bumi dipengaruhi oleh besarnya air yang masuk (*input*) dan keluar (*output*) pada jangka waktu tertentu. Neraca masukan dan keluaran air di suatu tempat dikenal sebagai neraca air (*water balance*). Karena air bersifat dinamis maka nilai neraca air selalu berubah dari waktu ke waktu sehingga di suatu tempat kemungkinan bisa terjadi kelebihan air (suplus) ataupun kekurangan (defisit). Apabila kelebihan dan kekurangan air ini dalam keadaan ekstrim tentu dapat menimbulkan bencana, seperti banjir ataupun kekeringan. Bencana tersebut dapat dicegah atau ditanggulangi bila dilakukan pengelolaan yang baik terhadap lahan dan lingkungannya.

Neraca air lahan merupakan neraca air untuk penggunaan lahan pertanian secara umum. Neraca ini bermanfaat dalam mempertimbangkan kesesuaian lahan pertanian, mengatur jadwal tanam dan panen, mengatur pemberian air irigasi dalam jumlah dan waktu yang tepat. Dalam perhitungan neraca air lahan bulanan diperlukan data masukan yaitu curah hujan bulanan (CH), evapotranspirasi bulanan (ETP), kapasitas lapang (KL) dan titik layu permanen (TLP). Nilai-nilai yang diperoleh dari analisis neraca air lahan ini adalah harga-harga dengan asumsi-asumsi :

- (1) lahan datar tertutup vegetasi rumput;
- (2) lahan berupa tanah dimana air yang masuk pada tanah tersebut hanya berasal dari curah hujan saja dan;
- (3) keadaan profil tanah homogen sehingga KL dan TLP mewakili seluruh lapisan dan hamparan tanah. (Anonim, 2010)

Siklus hidrologi dapat dipandang sebagai sebuah sistem dengan beberapa komponen seperti hujan, evaporasi, limpasan dan fase lain yang

tercakup dalam proses siklus hidrologi. Komponen-komponen tersebut dapat dikelompokkan ke dalam beberapa buah subsistem yang dapat dianalisis secara terpisah antara subsistem yang satu dengan yang lain. Untuk kemudahan prosedur analisis secara keseluruhan, hasil analisis terhadap masing-masing subsistem dapat digabungkan dengan memperhatikan sifat interaksi antar subsistem. (Harto, 2000). Persamaan dasar hitungan neraca air adalah sebagai berikut:

$$I = O \pm \Delta S \dots\dots\dots (2.1)$$

Dengan :

I = Masukan total (*total inflow*)

O = Keluaran total (*total outflow*)

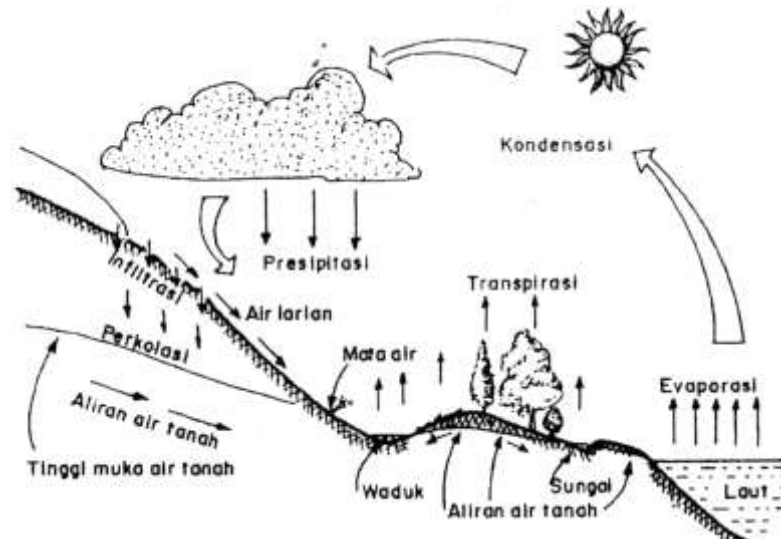
$\Delta S$  = Perubahan tampungan atau selisih antara jumlah *inflow* dan *outflow*

Yang dimaksud dengan masukan (*inflow*) adalah semua air yang masuk ke dalam sistem, sedangkan keluaran (*outflow*) adalah semua air yang keluar dari sistem. Perubahan tampungan adalah perbedaan antara jumlah semua kandungan air (dalam berbagai sub sistem) dalam satu unit waktu yang ditinjau, yaitu antara waktu terjadinya masukan dan waktu terjadinya keluaran. Persamaan ini tidak dapat dipisahkan dari konsep dasar yang lainnya (siklus hidrologi) karena pada hakikatnya, masukan ke dalam sub sistem yang ada, adalah keluaran dari sub sistem yang lain dalam siklus tersebut.

Penerapan analisis neraca air dapat pada suatu DAS, sub DAS, zona permukaan, zona subsurface atau juga pada aquifer. Prinsip neraca air ini diterapkan hampir pada semua komponen hitungan model hidrologi, baik untuk simulasi hidrograf banjir maupun aliran kontinyu (*lowflow*). Sebagai contoh adalah model hujan-aliran untuk hitungan ketersediaan air dengan

masukan (input) data hujan setengah bulanan atau bulanan dan nilai sifat-sifat fisik DAS (koefisien infiltrasi, kapasitas kelembaban tanah/*soil moisture capacity*, konstanta resesi air tanah / *groundwater recession constant*. Dengan cara yang sama hitungan neraca air dapat dilakukan untuk waduk, embung, DAS, dan lain-lain. Penerapan neraca air juga dilakukan

pada hitungan hidrograf banjir dengan cara hidrograf satuan, yaitu pada tahap menentukan jumlah kehilangan air akibat infiltrasi untuk memisahkan bagian curah hujan yang menjadi limpasan langsung. (Novitasari, 2007)



Gambar 2.12 Daur Hidrologi

(Asdak, 1995)

Air hujan yang jatuh ke permukaan tanah sebagian akan meresap (infiltrasi) ke dalam tanah dan akan mencapai muka air tanah, sebagian lainnya akan diuapkan kembali dan sebagian lagi akan mengalir di permukaan sebagai aliran permukaan (*run off*). Air yang meresap ke dalam tanah akan bergerak menurun sebagai perkolasi ke dalam mintakat jenuh di bawah muka air tanah. Air ini secara perlahan berpindah melalui akifer ke saluran sungai. Sebagian air berinfiltrasi bergerak menuju dasar sungai tanpa mencapai muka air tanah sebagai aliran bawah permukaan. Air yang berinfiltrasi juga memberikan kehidupan pada vegetasi sebagai lengas tanah. Beberapa dari lengas tanah ini diambil oleh vegetasi dan transpirasi berlangsung dari stomata daun.

Setelah bagian presipitasi yang pertama membasahi permukaan tanah dan berinfiltrasi, suatu selaput air yang tipis dibentuk pada permukaan tanah (detensi permukaan). Selanjutnya detensi permukaan menjadi tebal dan aliran air mulai dalam bentuk laminer. Dengan bertambahnya kecepatan aliran, aliran air menjadi turbulen. Air yang mengalir ini disebut aliran permukaan. Selama perjalanannya menuju dasar sungai, bagian dari limpasan permukaan disimpan pada depresi

permukaan (cadangan depresi). Akhirnya limpasan permukaan mencapai saluran sungai dan menambah debit air.

Koefisien nilai infiltrasi diperkirakan berdasarkan kondisi porositas tanah dan kemiringan DPS. Lahan DPS yang porous memiliki koefisien infiltrasi yang besar. Sedangkan lahan yang terjadi memiliki koefisien infiltrasi yang kecil. karena air akansulit terinfiltrasi ke dalam tanah. Batasan koefisien infiltrasi adalah  $0 - 1$ . Perkolasi adalah laju perkolasi sangat tergantung pada sifat-sifat tanah. Data-data mengenai perkolasi akan diperoleh dari penelitian kemampuan tanah. Untuk penelitian ini infiltrasi dan perkolasi dianggap 0 karena daerah penelitian berada di tanah gambut (Anonim, 1986). Untuk mendapatkan perhitungan di persamaan 2.1 maka untuk penelitian ini diperlukan data curah hujan (CH) sebagai *input* dan evapotrasnpirasi potensial (ETP) sebagai *output*.

#### **2.4.1. Presipitasi**

Presipitasi adalah curahan atau jatuhnya air dari atmosfer ke permukaan bumi dan laut dalam bentuk yang berbeda, yaitu curah hujan di daerah tropis dan curah hujan serta salju di daerah beriklim sedang (Asdak, 1995). Hujan merupakan komponen masukan yang paling penting dalam proses hidrologi, karena jumlah kedalaman hujan (*rainfall depth*) yang akan dialihragamkan menjadi aliran di sungai, baik melalui limpasan permukaan (*surface runoff*), aliran antara (*interflow*) maupun sebagai aliran air tanah. Faktor yang mengendalikan keragaman ruang presipitasi disamping sirkulasi uap air adalah garis lintang, ketinggian tempat, jarak dari sumber-sumber air, posisi di dalam dan ukuran massa tanah benua atau daratan, arah angin yang umum terhadap sumber air, hubungan dengan deretan gunung, serta suhu nisbi tanah dan samudra yang berbatasan (Seyhan, 1990).

Besarnya presipitasi diukur dengan menggunakan alat penakar curah hujan yang umumnya terdiri atas dua jenis yaitu alat penakar hujan biasa dan alat penakar hujan otomatis. Pengukuran yang dihasilkan dari alat penakar hujan menghasilkan ketebalan hujan pada titik tersebut. Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan potensi ketersediaan air adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang

bersangkutan, disebut dengan curah hujan wilayah. Untuk menghitung besarnya curah hujan wilayah digunakan beberapa cara yaitu rata-rata aljabar, polygon thiessen dan isohyet (BR, 1993).

#### **2.4.2. Evapotranspirasi**

Evapotranspirasi adalah jumlah air total yang dikembalikan lagi ke atmosfer dari permukaan tanah, badan air dan vegetasi oleh adanya pengaruh faktor-faktor iklim dan fisiologis vegetasi (Asdak, 2002). Sesuai dengan namanya evapotranspirasi merupakan gabungan antara proses-proses evaporasi, intersepsi dan transpirasi. Evaporasi adalah proses penguapan, yaitu perubahan dari zat cair menjadi uap air atau gas dari semua bentuk permukaan kecuali vegetasi. Sedangkan transpirasi adalah perjalanan air dalam jaringan vegetasi (proses fisiologis) dari akar tanaman ke permukaan daun dan akhirnya menguap ke atmosfer. Intersepsi adalah penguapan air dari permukaan vegetasi ketika berlangsung hujan.

Faktor yang mempengaruhi evapotranspirasi yaitu faktor meteorologi meliputi radiasi matahari, suhu udara dan permukaan, kelembaban, angin, tekanan barometer serta faktor geografi meliputi kualitas air, jeluk tubuh air, ukuran dan bentuk permukaan air, serta faktor-faktor lainnya meliputi kandungan lengas tanah, karakteristik kapiler tanah, jeluk muka air tanah, warna tanah, tipe kerapatan vegetasi, ketersediaan air (Seyhan, 1990).

Evapotranspirasi dapat dibedakan menjadi dua yaitu evapotranspirasi potensial dan evapotranspirasi aktual. Evapotranspirasi potensial adalah jumlah air yang diuapkan dalam jangka waktu tertentu oleh tumbuhan yang menutup permukaan tanah dalam keadaan persediaan air dalam tanah cukup banyak. Evapotranspirasi aktual adalah evapotranspirasi yang terjadi pada keadaan tanah tidak terlalu jenuh air dan permukaan tanah tidak tertutup rapat. Penghitungan evapotranspirasi tanaman acuan dengan metode Penman-Monteith adalah :



$$ET_0 = \frac{0,408 \Delta R_n + \gamma \frac{900}{(T+273)} U_2 (es - ea)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 U_2)} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

ET<sub>0</sub> = evapotranspirasi tanaman acuan, (mm/hari).

R<sub>n</sub> = radiasi matahari netto di atas permukaan tanaman, (MJ/m<sup>2</sup>/hari).

T = suhu udara rata-rata, (°C).

U<sub>2</sub> = kecepatan angin pada ketinggian 2 m dari atas permukaan tanah, (m/s).

es = tekanan uap air jenuh, (kPa).

ea = tekanan uap air aktual, (kPa).

Δ = kemiringan kurva tekanan uap air terhadap suhu, (kPa/°C).

γ = konstanta psikrometrik, (kPa/°C).

(Allen et all, 1998)

## **BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

### **3.1. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian dalam skripsi ini adalah :

1. Mengetahui neraca air untuk kolam konservasi di lahan gambut.
2. Mengetahui keadaan sifat fisik tanah untuk dibuatnya kolam konservasi di lahan gambut.
3. Mengetahui kondisi muka air tanah di lapangan.

### **3.2. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah dapat menjaga lahan gambut agar tetap basah sehingga tidak terjadi penurunan muka air tanah di lahan gambut dan sebagai informasi dan saran kepada Tim Restorasi Gambut selaku pengelola, Balai Penelitian dan Pengembangan Rawa selaku pengelola sumber daya air.

## **BAB IV. METODE PENELITIAN**

### **4.1. Pengumpulan Data**

Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung oleh peneliti. Pengumpulan data primer dilakukan dengan pengamatan di lapangan, data yang didapat dari lapangan adalah data muka air tanah, dan data handboring.

Data sekunder adalah data yang diperoleh peneliti secara tidak langsung atau melalui media perantara. Data sekunder meliputi data curah hujan Stasiun Klimatologi Banjarbaru, data klimatologi Stasiun Klimatologi Banjarbaru tahun 2013 dan 2014.

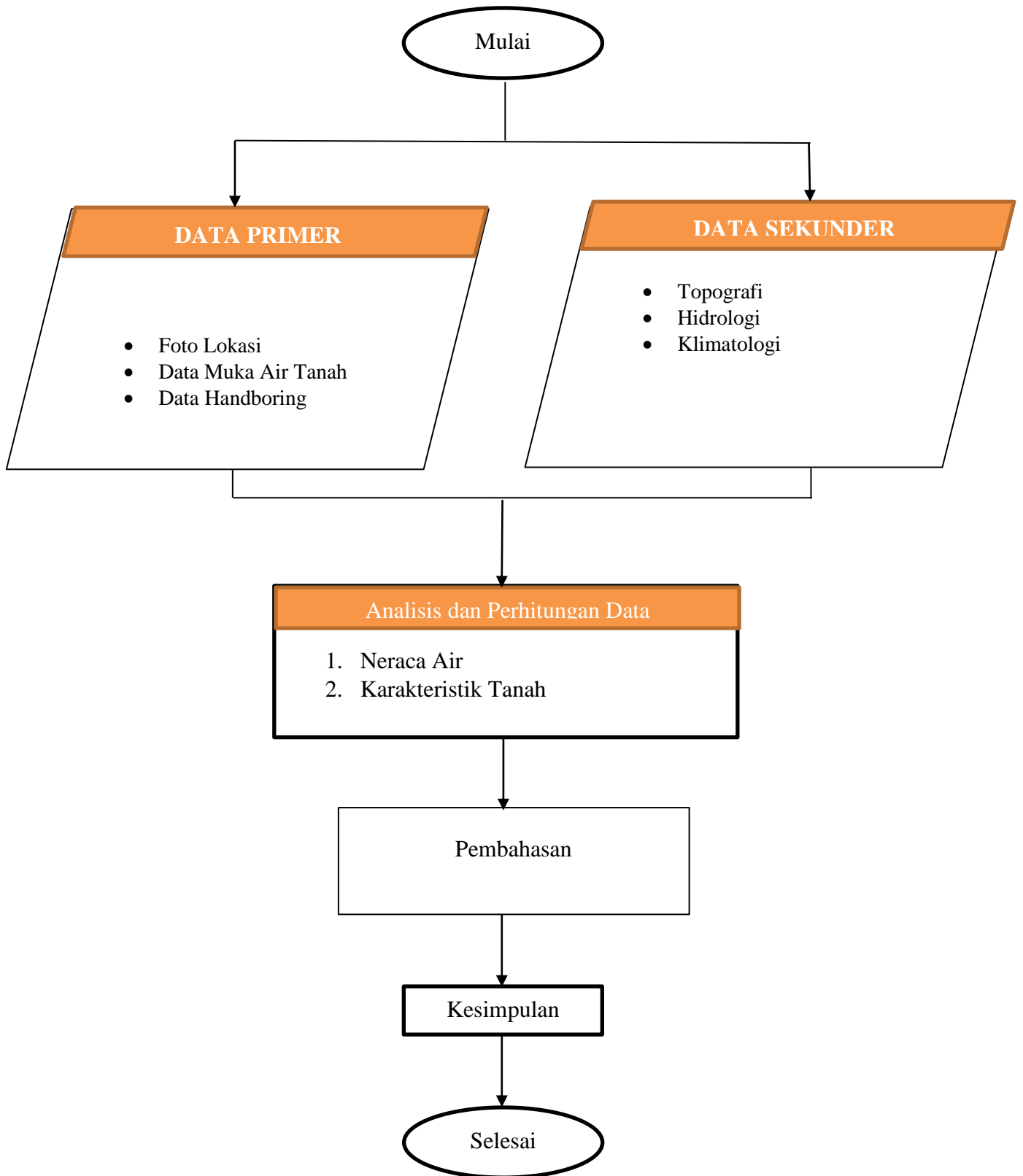
Mengumpulkan data yang diperlukan untuk menganalisis studi kelayakan kolam konservasi, seperti :

- a. Peta jaringan atau peta topografi yang memperlihatkan keadaan daerah yang ditinjau;
- b. Data hidrologi dan klimatologi digunakan untuk menghitung evapotranspirasi dan curah hujan untuk menganalisis neraca air;
- c. Data handboring digunakan untuk mengetahui keadaan tanah secara visual dan diambil sampel tanah untuk di uji di laboratorium untuk mengetahui karakteristik tanah;

### **4.2. Analisis Data dan Perhitungan**

Dari data yang ada, dilakukan analisis data dan perhitungan dengan metode yang berdasarkan pada tinjauan perhitungan evapotranspirasi dengan metode Penman – Monteith sebagai *output* dan curah hujan harian sebagai *input*. Dalam analisis data yaitu analisa neraca air dari evapotranspirasi dan curah hujan dan analisa karakteristik tanah.

### 4.3. Skema Metodologi



## BAB V. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

Dalam suatu lingkungan ekosistem ketersediaan air sangat berperan konsep siklus hidrologi lingkungan menyatakan bahwa jumlah air disuatu luasan tertentu dipermukaan bumi dipengaruhi oleh besarnya air yang masuk (input) dan keluar (output) pada jangka waktu tertentu. neraca masukan dan keluaran air disuatu tempat dikenal sebagai neraca air (water balance). karena air bersifat dinamis maka nilai neraca air selalu berubah dari waktu ke waktu.

Analisis neraca air meliputi perhitungan :

- a. Evapotranspirasi tanaman
- b. Curah hujan harian

### 5.1. Perhitungan Evapotranspirasi

Perhitungan evapotranspirasi menggunakan data klimatologi tahun 2013 dan 2014 Stasiun Klimatologi Banjarbaru. Contoh perhitungan diambil 1 sampel data klimatologi tanggal 1 Januari 2013 yang tersaji sebagai berikut:

Diketahui :

Suhu Minimum (°C)	= 23
Suhu Maximum (°C)	= 27,7
Suhu Rata-rata (°C)	= 24,7
Lama Penyinaran Matahari (%)	= 0
Kelembaban Udara (%)	= 95
Kecepatan Angin (m/s)	= 0,514

#### 1. Perhitungan Suhu

##### a. Perhitungan Tekanan Uap berdasarkan Suhu Maximum

$$\begin{aligned} e^{\circ}(T \max) &= 0.6108 \exp \left[ \frac{17.27T}{T + 237.3} \right] \\ &= 0.6108 \times \exp \frac{17.27 \times 27,7}{297,7+237.3} \\ &= 3,714 \text{ Kpa} \end{aligned}$$

##### b. Perhitungan Tekanan Uap berdasarkan Suhu Minimum

$$e^{\circ}(T \text{ min}) = 0.6108 \exp \left[ \frac{17.27T}{T + 237.3} \right]$$

$$= 0.6108 \times \exp \frac{17.27 \times 23}{23 + 237.3}$$

$$= 2.809 \text{ Kpa}$$

**c. Perhitungan Tekanan Uap berdasarkan Suhu Rerata**

$$e^{\circ}(T) = 0.6108 \exp \left[ \frac{17.27T}{T + 237.3} \right]$$

$$= 0.6108 \times \exp \frac{17.27 \times 24,7}{24,7 + 237.3}$$

$$= 3,112 \text{ Kpa}$$

**d. Kemiringan Saturasi Kurva Tekanan Uap pada Suhu Udara T**

$$\Delta = \frac{4098 \left[ 0.6108 \exp \left( \frac{17.27T}{T + 237.3} \right) \right]}{(T + 237.3)^2}$$

$$\Delta = \frac{4098 \left[ 0,6108 \exp \left( \frac{17,27 \times 24,7}{24,7 + 237,3} \right) \right]}{(24,7 + 237,3)^2}$$

$$\Delta = 0,186 \text{ kPa}/^{\circ}\text{C}$$

**e. Tekanan Uap Jenuh**

$$e_s = \frac{e^{\circ}(T_{\max}) + e^{\circ}(T_{\min})}{2}$$

$$es = \frac{3,714 + 2,809}{2}$$

$$es = 3,262 \text{ Kpa}$$

**f. Tekanan Uap aktual ea data yang tersedia RH mean**

$$e_a = e^{\circ}(T_{\min}) \frac{RH_{\max}}{100}$$

$$ea = 2,809 \times \frac{95}{100}$$

$$ea = 3,099 \text{ Kpa}$$

**g. Tekanan Uap Defisit (es-ea)**

$$es - ea = 3,262 - 3,099 = 0,163 \text{ kPa}$$

**2. Perhitungan Tekanan Atmosfir**

$$P = 101.3 \left( \frac{293 - 0.0065 z}{293} \right)^{5.26}$$

$$P = 100,65 \text{ kPa}$$

### 3. Perhitungan Nilai Psychometric $\gamma$

$$\begin{aligned}\gamma &= \frac{c_p P}{\varepsilon \lambda} = 0.665 \times 10^{-3} P \\ &= 0,067 \text{ Kpa}^\circ\text{C}\end{aligned}$$

### 4. Perhitungan Nilai Radiasi

a. Perhitungan  $d_r$  – Jarak relatif terbalik Bumi – Matahari

$$d_r = 1 + 0.033 \cos\left(\frac{2\pi}{365} J\right) =$$

$$d_r = 1 + 1,033 \cos\left(\frac{2 \times 3,14}{365} \times 31\right) = 1,3029 \text{ rad}$$

b. Perhitungan Deklinasi Matahari  $\delta$  (rad)

$$\delta = 0.409 \sin\left(\frac{2\pi}{365} J - 1.39\right) =$$

$$\delta = 0,409 \sin\left(\frac{2 \times 3,14}{365} \times 31 - 1,39\right) = -0,006 \text{ rad}$$

c. Perhitungan Lintang  $\phi$  (rad)

$$[\text{Radians}] = \frac{\pi}{180} [\text{decimal degrees}]$$

$$= -0,060$$

d. Perhitungan Sudut Matahari  $\omega_s$  (rad)

$$\omega_s = \arccos[-\tan(\phi) \tan(\delta)]$$

$$\omega_s = \arccos [-\tan(-0,060) \tan(-0,006)]$$

$$= 1,571$$

e. Perhitungan Nilai  $R_a$

$$R_a = \frac{24(60)}{\pi} G_{sc} d_r [\omega_s \sin(\phi) \sin(\delta) + \cos(\phi) \cos(\delta) \sin(\omega_s)]$$

$$R_a = 38,797 \text{ MJ/m}^2/\text{hari} = 15,829 \text{ mm/hari}$$

f. Perhitungan Lama Penyinaran Matahari  $N$  (jam/hari)

$$N = \frac{24}{\pi} \omega_s$$

$$N = \frac{24}{3,14} 1,571 = 12,006 \text{ jam/hari}$$

g. Perhitungan Radiasi Matahari

$$R_s = k R_s \sqrt{(T_{maks} - T_{min})} R_a$$

$$R_s = 0,16 \sqrt{(27,7 - 23)38,797} = 13,458 \text{ MJ/m}^2/\text{hari}$$

$$R_s = 5,491 \text{ mm/hari}$$

h. Perhitungan Nilai Rso

$$R_{so} = (0,75 + 0,00002z)R_a$$

$$R_{so} = (0,75 + 0,00002 \times 55)38,797 = 29,140 \text{ MJ/m}^2/\text{hari}$$

$$R_{so} = 11,889 \text{ mm/hari}$$

i. Perhitungan Radiasi Gelombang Pendek Rns

$$R_{ns} = (1 - \alpha)R_s$$

$$R_{ns} = 10,362 \text{ MJ/m}^2/\text{hari}$$

$$R_{ns} = 4,228 \text{ mm/hari}$$

j. Perhitungan Rs/Rso

$$R_s/R_{so} = 1,001$$

k. Perhitungan Radiasi Panjang Gelombang Rnl

$$R_{nl} = \sigma \left[ \frac{T_{\max,K}^4 + T_{\min,K}^4}{2} \right] (0,34 - 0,14 \sqrt{e_a}) \left( 1,35 \frac{R_s}{R_{so}} - 0,35 \right)$$

$$R_{nl} = 0,996 \text{ MJ/m}^2/\text{hari}$$

$$R_{nl} = 0,406 \text{ mm/hari}$$

l. Perhitungan Radiasi Bersih Rn

$$R_n = R_{ns} - R_{nl}$$

$$R_n = 9,366 \text{ MJ/m}^2/\text{hari}$$

$$R_n = 3,821 \text{ mm/hari}$$

m. Perhitungan Kalor Fluks Tanah G

$$G = 0,14 (T_{\text{Month},i} - T_{\text{month},i-1})$$

$$G = -2,317 \text{ MJ/m}^2/\text{hari}$$

$$G = -0,945 \text{ mm/hari}$$

n. Perhitungan Kecepatan Angin pada Ketinggian x

$$u_2 = u_z \frac{4,87}{\ln(67,8z - 5,42)}$$

$$u_2 = 0,14 \text{ m/s}$$

Perhitungan Selanjutnya dapat dilihat pada lampiran C1.

Maka dari nilai – nilai yang didapat dari perhitungan diatas dapat ditentukan nilai  $ET_0$  sebagai berikut :



$$ET_0 = \frac{0.408 \Delta (Rn - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34 u_2)}$$

$$= \frac{0,408 \times 0,186 (9,366 - (-2,317)) + 0,067 \frac{900}{24,7 + 273} 0,514 (3,262 - 3,099)}{0,186 + 0,067 (1 + 0,34 \times 0,514)}$$

**ET<sub>0</sub> = 3,413 mm/hari**

Perhitungan ET<sub>0</sub> selanjutnya dapat dilihat pada lampiran C2.

Dalam perhitungan ini maka didapat nilai evapotranspirasi paling tinggi terdapat pada tanggal 1 Mei 2013 sebesar 2,625 mm/hari yang menerangkan tingkat kehilangan air pada evapotranspirasi tinggi karena berada dalam interval kehilangan air 5-7 mm/hari sedangkan nilai evapotranspirasi paling rendah terdapat pada tanggal 7 April 2013 sebesar mm/hari yang menerangkan tingkat kehilangan air pada evapotranspirasi termasuk rendah karena berada dalam interval kehilangan air 1-3 mm/hari. Dari perhitungan evapotranspirasi tahun 2013 dan 2014 dapat dilihat bahwa tingkat kehilangan air yang paling banyak dan paling sedikit berada di tahun 2013. Perhitungan evapotranspirasi untuk kolam konservasi ini sebagai keluaran total (*outflow*). Klasifikasi kehilangan air berdasarkan evapotranspirasi dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Klasifikasi kehilangan air pada evapotranspirasi

wetting interval	evaporating power of the atmosphere (ET <sub>0</sub> )			
	low 1 - 3 mm/day	moderate 3 - 5 mm/day	high 5 - 7 mm/day	very high > 7 mm/day
less than weekly	1.2 - 0.8	1.1 - 0.6	1.0 - 0.4	0.9 - 0.3
weekly	0.8	0.6	0.4	0.3
longer than once per week	0.7 - 0.4	0.4 - 0.2*	0.3 - 0.2*	0.2* - 0.1*

Sumber : FAO Irrigation and Drainage Paper No.56

## 5.2. Curah Hujan Harian

Curah hujan harian yang digunakan pada penelitian ini adalah curah hujan real tahun 2013 dan 2014 Stasiun Klimatologi Banjarbaru. Curah hujan paling tinggi pada tahun 2013 paling tinggi berada pada tanggal 9 Desember 2013 sebesar 87,8 mm sedangkan untuk tahun 2014 curah hujan tertinggi terdapat pada tanggal 9 Januari 2014 sedangkan curah terendah untuk tahun 2013 dan 2014 adalah 0 yang berarti tidak ada hujan. Curah hujan harian ini berfungsi sebagai

input dalam perhitungan neraca air. Data curah hujan harian dapat dilihat pada tabel:

Tabel 4.2 Rekapitulasi Data Curah Hujan Harian Tahun 2013

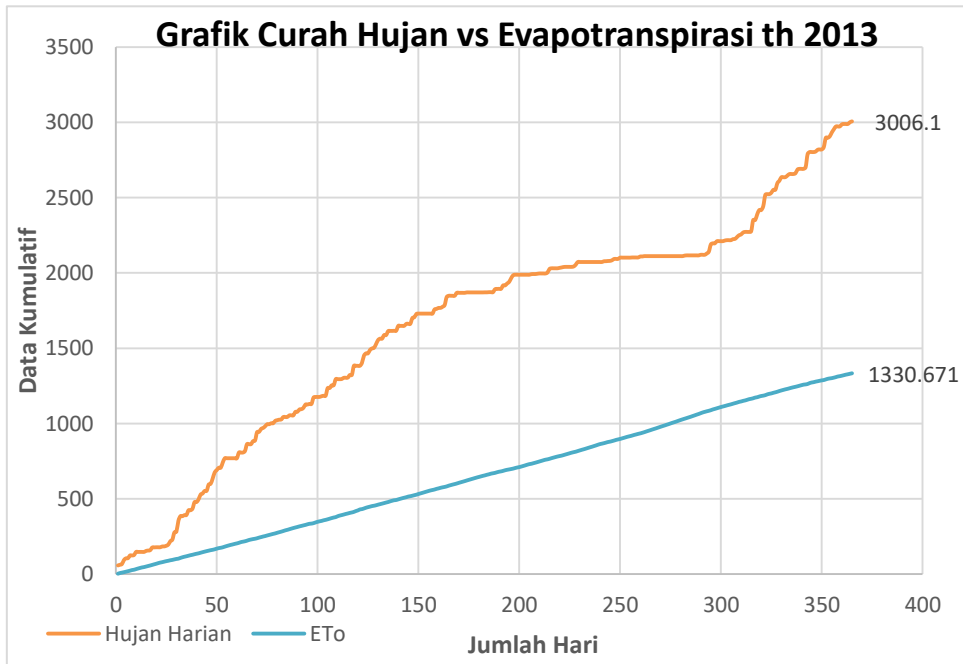
Bulan	Data Curah Hujan Stasiun Klimatologi Banjarbaru 2013 (mm)																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Januari	58,2	4,4	4,8	26,6	11,4	1	18	0	3	20,4	0	0,2	0	0	6,8	2,5	1,8	18,3	0,5	1	0	0	5,4	0,2	4,5	7,8	22,4	10,1	48,3	4,7	72,9
Februari	29,9	0	7,4	0,8	31	0,2	11	43,2	0,1	19	30,9	7,2	17,2	0,1	42	5,2	35,3	40,6	14,6	16	0	35,1	27,8	0	0	0	0	0	0	0	0
Maret	0	38	0	0	10	45,5	0	0	20	4,5	55,6	1	20,5	5,8	11,4	13,6	0	6,5	0	15,9	4,1	4	0,8	16,6	0	0	11	0	0	23	0,5
April	15,7	2	8,8	21,9	0	4,1	0	42,2	3,9	0	0,4	4,6	3	0	51	0	18,5	0	40,6	0	0	1,1	8,1	0,1	1	17,8	0	60,7	0	0	
Mei	0	19	48,1	15,3	0	23	9,7	4,6	24,2	26,9	9,4	0	23,9	0	26	1,5	0	0,9	0,5	31,8	0	0,4	0	13,5	0	0	38,3	5,3	21,9	2,3	0
Juni	0	0	0	0	0,1	0	27,4	3,8	6,6	0	7,7	10,4	53,4	9	0	0	0	19,5	0	0	0	0	2,8	0	0	0	0	0	0	0	0
Juli	0	0,5	0	1	0	0	19,8	1,5	1,1	0	22,6	0	13	10,4	24,9	19,3	3,2	0	0	0	0	0	0	0	3,8	0,8	0	2	1,8	0	0
Agustus	0	6,2	23,8	4,4	0	0	0	3	2,5	3	1	0	0	0	2,7	11,5	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,9	0,5
September	1,4	0,7	4,1	8,6	0,4	0	8,4	0	0	0	0	0	1,2	0	0	0	6,5	0	2,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oktober	0	0	0	0	0	0	0	0	3,5	1,5	0	0	0	0	0	0	4,1	0	0	8,4	12	48,1	7,4	0	14,3	0	0	0	4,5	2,2	0
November	0	7	1,4	12,5	11,9	5,1	13	3,9	0	0	3,9	74,7	0	38,2	28,2	0,3	25,8	74,8	4,9	0	9,2	19,8	0	43,8	16,5	22,9	0	0,7	10,8	9,8	
Desember	0	0,2	5,5	24,5	4,2	0	0	10,5	87,8	13,2	0	0	3,5	12	1,7	0	14,9	62,7	0	10	25,6	20,6	19	0	0	14,2	2	0	0,2	11,9	5,2

Sumber : BMKG Online

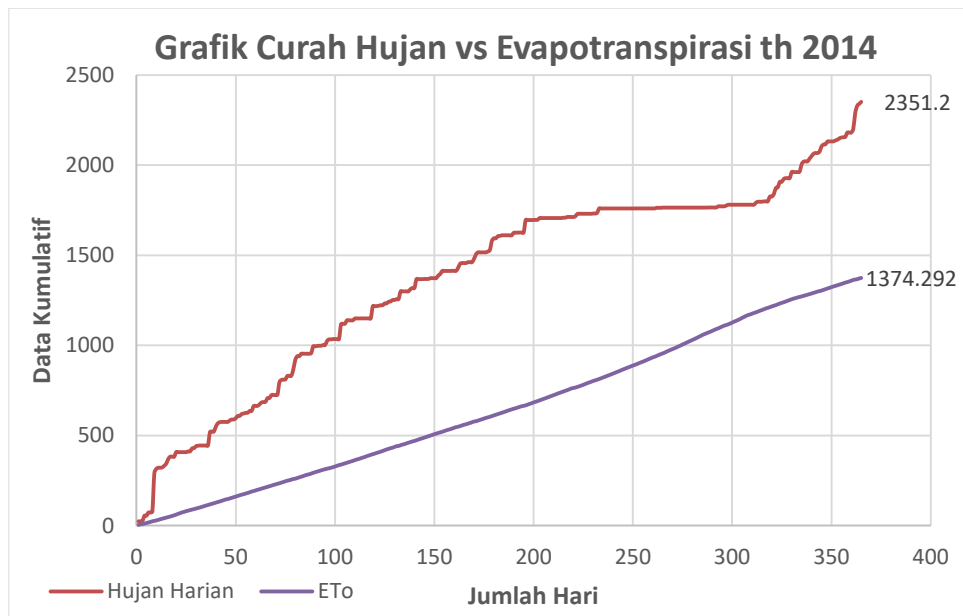
Tabel 4.3 Rekapitulasi Data Curah Hujan Harian Tahun 2014

Bulan	Data Curah Hujan Stasiun Klimatologi Banjarbaru 2014 (mm)																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Januari	23,6	0	2,1	28,7	0	17,8	0	5,7	213,9	22,8	6,3	0	2	9,2	11,9	25,5	12,9	0	0,1	25	0	0	0	0	0	4	0	16,8	1,2	11	2,7
Februari	0,8	0	0	0	0	74,5	3,4	0	27,8	17,8	6,2	1,5	0	0	0	8,4	4,8	0,3	7	12,9	0	10,9	2,2	3,9	0	10,6	0	27	0	0	0
Maret	1	0	8,9	10,2	2	1,9	20,1	0,5	16,5	0	0	1,9	70,1	11,6	1,9	1,1	19,5	0,2	1	35,6	53,3	19,5	0	13,5	0	0	0	0	3,4	37,8	0
April	2	1,2	0	4	0	22,8	8,4	0,1	1,8	0	0	0	81,9	3	0,4	18,6	0	0	0	10,5	0	0	0,2	0	0	0	0	0	67,8	0	0
Mei	0,5	2	2,8	0	10	0	9,5	1,3	8,5	0	4,6	0,2	42,7	0	0	0,2	0	12,8	5,6	0	49,2	0,3	0	0	0,9	0	0	4,3	0,2	0	0
Juni	14,8	8,1	17,2	0	0	0	0	0,5	0	0	17,1	22,3	3,8	0	0	4,9	0	0	18,1	25,5	10,8	0	0,1	0	0,5	4,2	9,1	50,2	13,9	0	0
Juli	11,7	1,6	3,5	0	0	0	0	0	14	0	1	0	0	0	69,7	0	0	0	0	1	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agustus	0	0	2	0	4	0	0	0	3,1	13,6	1	0	0	0	0	0	0	1,5	0	3,9	24	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
September	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,4	0	0	1	0,2	0	0	0	0	0	0	0
Oktober	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	6,5	0	0	0	4	4,9	0	0	0	0	0
November	0	0	0	0	0	0	0	11,5	5,1	0	0	2	0	0,6	26	0	13,9	33,5	4,6	29,7	0	16,6	4	0,2	0	33,5	0	0	0	2,7	0
Desember	40,7	14,5	1,5	0	15,5	13,5	13,4	4	0	7	29,2	10,8	1,4	15,6	0	0,5	0	5,4	3,7	7,7	4,5	1,6	2,6	23,2	0,4	0	19,5	89,8	39,5	10,4	10,9

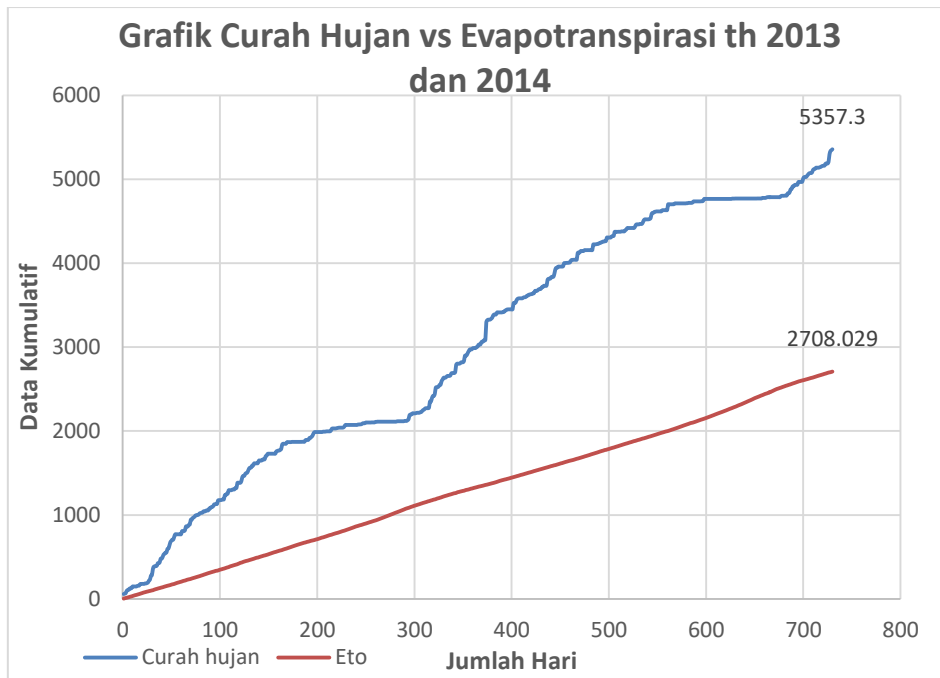
Sumber : BMKG Online



Gambar 4.1 Grafik Curah Hujan vs Evapotranspirasi pada tahun 2013



Gambar 4.2 Grafik Curah Hujan vs Evapotranspirasi pada tahun 2014



Gambar 4.3 Grafik Curah Hujan vs Evapotranspirasi pada tahun 2013 dan 2014

Grafik diatas menunjukkan hubungan antara curah hujan kumulatif vs evapotranspirasi kumulatif. Dari analisis diatas maka didapat perhitungan evapotranspirasi sehingga untuk menentukan neraca air maka dilakukan analisa dari hasil perhitungan evapotranspirasi dan curah hujan harian menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$I = O \pm \Delta S$$

Dari persamaan diatas diketahui I adalah *inflow* atau masukan total, O adalah *outflow* atau keluaran total dan  $\Delta S$  adalah perubahan tampungan atau selisih antara *inflow* dan *outflow*. Dari hasil analisis diatas pula perhitungan evapotranspirasi sebagai masukan total dan curah hujan harian sebagai keluaran total dengan nilai infiltrasi dianggap nol. Contoh perhitungan neraca air sebagai berikut:

$$\text{Data curah hujan harian 1 Januari 2013 (Input)} = 58,2 \text{ mm/hari}$$

$$\text{Data evapotranspirasi 1 Januari 2013(Output)} = 3,413 \text{ mm/hari}$$

$$\Delta S = I - O$$

$$\Delta S = 58,2 \frac{\text{mm}}{\text{hari}} - 3,413 \frac{\text{mm}}{\text{hari}}$$

$$\Delta S = 54,787 \frac{\text{mm}}{\text{hari}}$$

Contoh 2:

$$\text{Data curah hujan harian 2 Januari 2013 (Input)} = 4,4 \text{ mm/hari}$$

Data evapotranspirasi 2 Januari 2013 (Output) = 4,182 mm/hari

$$\Delta S = I - O$$

$$\Delta S = 4,4 \frac{\text{mm}}{\text{hari}} - 4,182 \frac{\text{mm}}{\text{hari}}$$

$$\Delta S = 0,218 \frac{\text{mm}}{\text{hari}}$$

Perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada lampiran C3. Untuk mendapatkan tinggi tampungan diakhir tahun maka digunakan persamaan berikut:

$$S = I - O + \Delta S_{-1}$$

Contoh perhitungan 2 Januari 2013

$$S = 4,4 - 4,182 + 54,787$$

$$S = 55,04 \text{ mm/hari}$$

Perhitungan untuk mendapatkan tinggi tampungan akhir dapat dilihat pada lampiran C4. Dapat dilihat pada grafik diatas Untuk mendapatkan nilai tinggi tampungan diakhir tahun maka nilai  $\Delta S$  dikumulatiffkan sehingga didapat tinggi tampungan diakhir tahun pada tahun 2013 sebesar 1672,363 mm atau 1,6 m/tahun sedangkan tinggi tampungan di akhir tahun pada tahun 2014 sebesar adalah 976,908 mm atau 0,9 m/tahun. Dan untuk tinggi tampungan diakhir tahun dikumulatiffkan dari tahun 2013 dan 2014 maka besar tampungannya adalah 2649,271 mm atau 2,6 m/tahun.

#### **4.1.1. Analisa Sifat Fisik Tanah Gambut**

##### **a. Kadar Air**

Berikut hasil penelitian kadar air untuk perbandingan antara berat air yang terkandung dalam massa tanah terhadap berat butiran tanah yang dinyatakan dalam persen sebesar 751,86% dan 734,99%. Menurut Mutalib et al (1991) kadar air tanah gambut berkisar antara 100 – 1300% dari berat keringnya. Artinya bahwa gambut mampu menyerap air sampai 13 kali bobotnya. Dan menurut Boelter (1969) kadar air tanah gambut yang belum mengalami perombakan berkisar 500% - 1000% bobot, sedangkan yang telah mengalami perombakan berkisar 200% - 600% bobot. Hal inilah yang menyebabkan tanah gambut sapat disebut sebagai media penyimpan air yang sangat banyak.

##### **b. Berat Volume ( $\gamma$ )**

Dari hasil penyelidikan tanah gambut terdapat berat volume sebesar 0,99 g/cm<sup>3</sup> dengan kadar air 751,86% dan 0,97 g/cm<sup>3</sup> dengan kadar air 734,99%. Kerapatan tanah gambut jauh sangat rendah dibandingkan dengan tanah-tanah mineral pada umumnya. Berat volume tanah gambut beragam antara 0,01 g/cm<sup>3</sup> – 0,20 g/cm<sup>3</sup>, tergantung pada kematangan bahan organik penyusunnya. Berat volume tanah mineral berkisar 1,2 g/cm<sup>3</sup> – 1,8 g/cm<sup>3</sup> tergantung tekstur tanahnya (Noor, 2001). Dari hasil penyelidikan berat volume tanah gambut ini berat tanah gambut lebih besar dari nilai pada umumnya tetapi menurut Noor (2001) pula pada lahan gambut yang sudah lama dibudidayakan berat volumenya dapat lebih besar. Oleh karena itu nilai berat volume tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu tergantung pada kematangan bahan organik penyusunnya dan pada tanah gambut yang sudah lama dibudidayakan maka berat volumenya dapat lebih besar.

**c. Specific Gravity (Gs)**

Berat jenis tanah adalah perbandingan antara berat butir-butir tanah dengan berat air destilasi di udara dengan volume yang sama pada temperatur tertentu. Untuk penelitian ini nilai *g<sub>s</sub>* yang di dapatkan dengan rata-rata 0,78. Menurut Bowles, tanah organik memiliki nilai specific gravity atau *g<sub>s</sub>* lebih kecil atau sama dengan 2. Dengan hasil yang didapat dari hasil penelitian bahwa pernyataan Bowles sesuai dimana tanah gambut di Indonesia berada dibawah nilai 2.

Angka pori (*e*) adalah perbandingan antara volume pori dengan volume butiran tanah. (Hardiyatmo, 2002)

$$e = \left( \frac{(1+w) \cdot G_s \cdot \gamma_w}{\gamma_b} \right) - 1$$

Untuk angka pori dengan kadar air 751,86% dengan  $\gamma_w$  adalah 1 gr/cm<sup>3</sup> didapat :

$$e = \left( \frac{(1+7,5186) \times 0,78 \times 1}{0,99} \right) - 1 = 5,711$$

Dan untuk angka pori dengan kadar air 734,99% dengan  $\gamma_w$  adalah 1 gr/cm<sup>3</sup> didapat :

$$e = \left( \frac{(1+7,3499) \times 0,78 \times 1}{0,97} \right) - 1 = 5,714$$

Dari hasil perhitungan diatas didapat angka pori tanah gambut adalah 5,711 dan 5,714 dengan rata – rata 5,7125. Hasil ini sesuai dengan pernyataan Mochtar (1985, 1991,1998,1999,2000) angka pori tanah gambut Indonesia memiliki angka pori 5-11.

Porositas ( $n$ ) adalah perbandingan antara volume pori dengan volume tanah seluruhnya. (Hardiyatmo, 2002)

$$n = \frac{e}{1+e}$$

Untuk nilai porositas dengan  $e = 5,711$  nilai porositasnya 85% dan untuk porositas dengan  $e = 5,714$  nilai porositasnya 85,1% dengan rata-rata 85%. Besar angka pori ( $e$ ) pada gambut pada umumnya berkisar antara 5 sampai 15 (Hellis & Brawner, 1961). Dapat dilihat pada penelitian ini nilai porositasnya sangat tinggi hal ini menunjukkan jumlah pori dalam tanah tersebut sangat besar sehingga membuat tanah menjadi lebih porous. Tanah yang memiliki tingkat porositas yang besar berarti memiliki ruang pori yang cukup besar untuk air dan udara. Semakin mudah tanah menyerap air maka tanah tersebut memiliki porositas yang besar seperti halnya tanah gambut ini.

### **5.3. Luaran yang Dicapai**

#### **Luaran Wajib**

Hasil penelitian ini akan dipublikasikan di Seminar Nasional Lahan Basah LPPM 23-24 November 2020.

#### **Luaran Tambahan**

Hasil penelitian ini akan dipublikasikan di Jurnal Internasional : Civil Engineering Journal (CEJ) ISSN 2476-3055 terindeks di Web of Science.



## **BAB VI. PENUTUP**

### **6.1. Kesimpulan**

1. Hasil analisis neraca air didapatkan nilai tinggi tampungan di akhir tahun pada tahun 2013 sebesar 1672,363 mm dan pada tahun 2014 total kumulatif diakhir tahun sebesar 976,908 mm. Sedangkan untuk tinggi tampungan diakhir tahun kumulatif sebesar 2649,271 mm.
2. Hasil dari penyelidikan sifat fisik tanah ini adalah untuk tanah gambut ini kadar airnya masih tinggi yang artinya tanah gambut belum mengalami perombakan, nilai berat volume pada tanah gambut kecil tergantung pada kematangan bahan organik penyusunnya, nilai Gs kecil dan jumlah pori dalam tanah sangat besar sehingga tanah menjadi porous.

### **6.2. Saran**

Pembuatan kolam konservasi di lahan gambut terlaksana dengan cepat agar muka air tanah lahan gambut tetap terjaga dan kebakaran lahan yang parah tidak terulang kembali.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agus, F., & Subiksa, I. M. (2008). *Lahan Gambut: Potensi untuk Pertanian dan Aspek Lingkungan*. Bogor, Indonesia: Balai Penelitian Tanah dan World Agroforestry Centre (ICRAF).
- Akroyd, T. (1957). *Laboratory Testing in Soil Engineering*. London: Soil Mechanics Limited, London, 233p.
- Allen et al. (1998). *Crop Evapotranspiration. FAO Irrigation and Drainage Paper*.
- Anderson, K., & Hemstock, R. (1959). *Relating Some Engineering Properties of Muskeg to Some Problems of Field Construction*. Proc. Fifth Muskeg Res. Conf., NRC, ACSSM Tech. Memo. 61, pp.16-25.
- Anonim (1986). *Standar Perencanaan Irigasi (KP-01) Departemen Pekerjaan Umum*. Bandung: Galang Persada.
- Anonim (2005). *Siklus Hidrologi*. Diambil kembali dari BebasBanjir2015: <https://bebasbanjir2025.wordpress.com/04-konsep-konsep-dasar/siklus-hidrologi/> diakses pada tanggal 26 Oktober 2016
- Anonim (2010). *Menghitung Neraca Air Lahan Bulanan*. Diambil kembali dari Neraca Air: <https://mmahbub.files.wordpress.com/2010/05/5-hitungneraca.pdf>
- Anonim (2016). Anonima. *Kanal Bloking Jaga Lahan Gambut Tetap Basah Hingga Radius 300 Meter*. Diambil kembali dari Beritariau.com: <http://beritariau.com/berita-4501-kanal-bloking-jaga-lahan-gambut-tetap-basah-hingga-radius-300-meter.html> diakses pada tanggal 18 Oktober 2016
- Antarakalsel. (2016). *Perlu Ahli Tangani Kebakaran Gambut. Banjarmasin*
- Asdak, C. (1995). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gajah Muda University Press.
- Asdak, C. (2002). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gajah Muda University Press.
- BBC, I. (2016). *Dapatkah kebakaran di Indonesia diakhiri?* Jakarta: Sarah Porter.
- Boelter, D. (1968). *Important Physical Properties of Peat Materials*. Canada: Proc. Of The Third International Peat Congress, Quebec, Canada.
- Boelter, D. (1969). *Physical Properties of Peat as Related to Degree of Decomposition*. *Proc. of the Soil Sci. Soc. of Am.*, 33:606-609.
- BR, S. H. (1993). *Analisis Hidrologi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

- Cook, P. (1956). *Consolidation Characteristics of Organic Soils*. Proc., Ninth Can. Soil Mech. Conf., NRC. ACSSM Tech. Memo. 41. Pp 82-87.
- DPU. (2006). *Modul Pelatihan Peningkatan Kemampuan Perencanaan Teknis Jaringan Irigasi Rawa dan Tambak*. Yogyakarta dan Kalimantan Selatan: Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, 13 November - 12 Desember 2006.
- DPU. (2007). *Manual Perencanaan teknis jaringan Reklamasi Rawa dan Tambak : Volume I dan II*. Jakarta: Direktorat Jenderal Sumber Daya Air.
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Hanrahan, E. (1954). *An Investigation of Some Physical Properties of Peat*. Geotechnique, Vol.4, No 3.
- Hardiyatmo, H. (2002). *Mekanika Tanah I. Edisi 3*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Harto, B. S. (2000). *Hidrologi Teori, Masalah dan Penyelesaian*. Yogyakarta: Penerbit Nafiri Offset.
- Hellis, C., & Brawner, C. (1961). *The Compressibility of Peat with Reference to Major Highway Construction in British Columbia*. Colombia: Proc. Seventh Muskeg Res. Conf, NRC. ACSSM. Tech, Memo 71, pp 204-227.
- Huat, B. B. (2004). *Organic and Peat Soils Engineering*. Selangor: Universiti Putra Malaysia Press.
- Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2015). *Pedoman Pemulihan Ekosistem Gambut*. Jakarta.
- Kodoatie J., R., & Sjarief, & R. (2010). *Tata Ruang Air*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- MacFarlane, I. (1959). *Muskeg Engineering Handbook*. Toronto, Canada: National Research Council of Canada, University of Toronto Press, Toronto, Canada.
- MacFarlane, I. (1965). *Muskeg Engineering Handbook*. Toronto, Canada: National Research Council of Canada, University of Toronto.
- Mochtar, N. E. (1985, 1991, 1998, 1999, 2000). *Compression of Peat Soils*. USA: Ph.D. Thesis Univ of WisconsinMadison, USA.
- Mochtar, N., & al, e. (1999). *Aplikasi Model Gibson & Lo untuk Tanah Gambut Berserat di Indonesia*. Bandung: Jurnal Teknik Sipil, ITB, Vol.6 No.1.
- Mutalib, A., Lim, J., Wong, M., & Koonvai, L. (1991). *Characterization, distribution, utilization of peat in Malaysia*. Kuching, Serawak, Malaysia: Proc. Int. Symp. on Tropical Peatland.

- Negeri Pesona.com, . (2013, Mei). *Nama Kabupaten Kota di Provinsi Kalimantan Selatan*. Diambil kembali dari Negeri Pesona: <http://www.negeripesona.com/2013/05/kabupaten-kota-di-provinsi-kalimantan-selatan.html>
- Nogroho, T., & Mulyanto, B. (2003). *Pengaruh Penurunan Muka Air Tanah Terhadap Karakteristik Gambut*. Bogor: Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian IPB.
- Noor, M. (2001). *Pertanian Lahan Gambut*. Yogyakarta: Kanisius.
- Novitasari. (2007). Analisis Hidrologi Sub DAS Riam Kanan Pada Kejadian Banjir di Kabupaten Banjar. *Info-Teknik*, Volume 8 No. 2, pp 123-132.
- Nugroho, W. C., & dkk. (2004). *Panduan Pengendalian Kebakaran Hutan dan Lahan Gambut*. Bogor: Wetlands International - Indonesia Programme.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 73 Tahun 2013. (2013). Rawa. *Lembaran Negara Republik Indonesia*.
- Pusdatarawa. (2010). *About Pusdatarawa*. Diambil kembali dari Pusat Data - Informasi Daerah Rawa & Pesisir: <http://www.pusdatarawa.or.id/index.php/tentang-pusat-data-rawa/>
- Seyhan, E. (1990). *Dasr - Dasar Hidrologi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Skempton, A. W. (1970). *The Consolidation of Clays by Gravitational Compaction*. *Quarterley Journal of Engineering Geology*, 373-411.
- Soemarto B.I.E Dipl H, I. (1987). *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Soermanto , C.D. (1995). *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Penerbit Usaha Nasional.
- Sutanto, R. (2005). *Dasar - Dasar Ilmu Tanah Konsep dan Kenyataan*. Yogyakarta: Kanisius.
- WWFINDONESIA. (2015). *ForestFire*. Diambil kembali dari Mungkinkah Penurunan Titik Panas Tercapai?: [http://www.wwf.or.id/tentang\\_wwf/upaya\\_kami/iklim\\_dan\\_energi/solusikami/adaptasi/forest\\_fire.cfm](http://www.wwf.or.id/tentang_wwf/upaya_kami/iklim_dan_energi/solusikami/adaptasi/forest_fire.cfm)

## LAMPIRAN

## **Lampiran 1. Dukungan sarana dan prasarana penelitian**

Fasilitas tersedia di laboratorium Fakultas Teknik ULM

Laboratorium Hidrolika : berupa alat uji kualitas air dan uji infiltrasi

Laboratorium Komputer : berupa komputer dan printer

Laboratorium Mekanika Tanah : berupa uji sifat fisik tanah

Fasilitas tersedia di laboratorium Fakultas Pertanian ULM

Laboratorium Tanah : berupa uji sifat kimia tanah

## Lampiran 2. Luaran



The certificate is issued by the Ministry of Education and Culture, Universitas Lambung Mangkurat, and the Research and Community Service Agency. It recognizes the oral presentation of Ufa Fitriati, ST., M.Eng at the National Wetland Seminar 2020. The seminar's theme is 'Innovation and Product Commercialization of Research and Community Service Towards Food Sovereignty Based on Wetland Resources'. The event took place in Banjarmasin from November 23-24, 2020. The certificate is signed by the Head of the LPPM (Prof. Dr. Ir. H. Danang Biyatmoko, M.Si) and the Chairman of the Organizing Committee (Dr. Leila Ariyani Sofia, S.Pi, M.P).

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT  
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN MASYARAKAT

NOMOR: 1050/UN.8.2/PG/2020

# SERTIFIKAT

DIBERIKAN KEPADA

*Ufa Fitriati, ST., M.Eng*

SEBAGAI  
PEMAKALAH ORAL

## SEMINAR NASIONAL LAHAN BASAH TAHUN 2020

INOVASI DAN HILIRISASI PRODUK RISET DAN PENGABDIAN MASYARAKAT  
MENUJU KEDAULATAN PANGAN BERBASIS SUMBERDAYA LAHAN BASAH

Banjarmasin, 23-24 November 2020

Ketua LPPM ULM,  
  
Prof. Dr. Ir. H. Danang Biyatmoko, M.Si  
NIP. 19680507 199303 1 020

Ketua Panitia Pelaksana,  
  
Dr. Leila Ariyani Sofia, S.Pi, M.P  
NIP. 19730428 199803 2 002

