

PREDIKSI FLUKTUASI MUKA AIR TANAH UNTUK PENGEMBANGAN KOMODITI LAHAN GAMBUT BERWAWASAN LINGKUNGAN

Melani Humairoh¹⁾, Sigit Sutikno²⁾, Rinaldi²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya J. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293

Email : melani.humairoh@student.unri.ac.id

Abstract

In Siak regency, there are 10,000 hectares OF TORA land (Land object of agrarian reform) which is a peat area and 92% of them are deep peat. An area of 2,000 Ha of the total number of TORA land is at HGU 07. The Local Government of Siak Regency will manage the peatland productively in economic terms but does not damage the peat ecosystem. Based on PP RI number 57 year 2016 on protection and management of peat Ecosystem, the peat ecosystem with cultivation function is declared to be damaged when water level in peat land more than 0.4 meters below the peat surface at the linking point. The purpose of this research is to predict the fluctuation of groundwater in consideration to support the efforts to optimize the development of environmental commodities peatland in Siak Regency. The effort to maintain water level above 0.4 m is so that PP RI No 11 Tahun 2009, peat is kept in wet conditions for carbon emissions and the threat of land and forest fires due to drying of land can be reduced. Ground water advance fluctuations are predicted using linear regression methods. The results showed that the result of the calculation obtained the value of efficiency Of Determination In the highest dwrain analysis of 3 months with a data length of 0.5777. The prediction of ground water advance fluctuations in May – December means that water depth is not in accordance with government regulations that set a water level height of less than 0.4 m below ground level. Alternative commodity can live with government regulation if planted in surplus month, namely February to April.

Keywords : hydrology, water balance, peat land, regression analysis, water level

PENDAHULUAN

Tanah Objek Reforma Agraria (TORA) adalah kawasan hutan negara atau tanah negara yang terlantar yang penertibannya diatur oleh PP RI No 11 Tahun 2009 tentang penertiban dan penahgunaan tanah terlantar. Di Kabupaten Siak, terdapat 10.000 Ha lahan TORA yang merupakan kawasan gambut dan 92% merupakan gambut dalam.

Lahan seluas 2.000 Ha dari seluruh jumlah lahan TORA tersebut terdapat pada HGU 07, dari 2.000 tersebut akan dibagikan kepada masyarakat dan masing-masing mendapatkan 0,8 Ha. Pemerintah daerah Kabupaten Siak akan mengelola lahan gambut tersebut secara produktif dalam hal ekonomi tetapi tidak merusak ekosistem gambut.

Berdasarkan PP RI Nomor 57 Tahun 2016 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Ekosistem Gambut 2016, ekosistem gambut dengan fungsi budidaya dinyatakan rusak apabila muka air tanah di lahan gambut lebih dari 0,4 (nol koma empat) meter di bawah permukaan gambut pada titik penataan. Upaya menjaga muka air tanah diatas 0,4 m adalah supaya gambut terjaga selalu dalam kondisi basah agar emisi karbon dan ancaman kebakaran lahan dan hutan akibat pengeringan lahan dapat berkurang. Hal ini tentu berkonsekuensi pada pemilihan jenis komoditi apa yang bisa tumbuh dengan baik pada kondisi lahan dengan TMA 0,4 m. Pemilihan jenis komoditi pada lahan TORA HGU 07 juga akan berkonsekuensi pada besarnya evapotranspirasi atau evaporasi pada lahan yang bisa

menyebabkan *losses* dan penurunan muka air tanah.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memprediksi fluktuasi muka air tanah sebagai pertimbangan untuk mendukung upaya optimalisasi pengembangan komoditi lahan gambut berawasan lingkungan di Kabupaten Siak.

TINJAUAN PUSTAKA

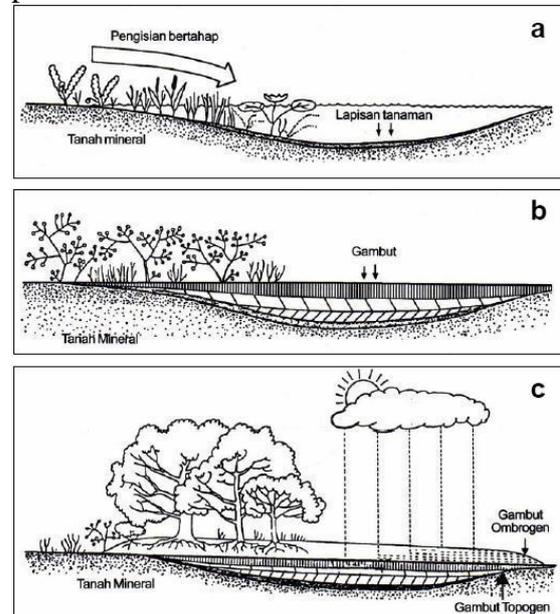
Lahan Gambut

Lahan gambut merupakan ekosistem yang berperan sebagai penyimpan karbon, penyimpan dan pelepas air, serta dapat dimanfaatkan sebagai sumberdaya untuk pertanian, kehutanan, dan energi. Lahan gambut tersebut mempunyai banyak fungsi, secara garis besar dapat dikelompokkan menjadi fungsi pengaturan dan fungsi produksi/ekonomi (Subiksa, et al. 2008). Salah satu fungsi pengaturan lahan gambut adalah sebagai penyangga penting bagi sistem hidrologi (Jaka, 2017). Gambut dapat mengandung lebih dari 90 % air dari satuan volume sehingga berperan sebagai penyimpan air, terutama pada gambut yang tebal dan mempunyai kubah. Kubah gambut berperan ganda sebagai penyimpan air dan penyalur air kesekitar kaki kubah sampai ke sungai bilamana terjadi penurunan muka air di musim kemarau. Dengan demikian, untuk kepentingan pengelolaan ekosistem gambut tipologi luapan seharusnya ditentukan pada musim kemarau (Jaka, 2017).

Proses Terbentuknya Lahan Gambut

Proses pembentukan gambut bermula dari adanya genangan di daerah rawa belakang (*back swamp*), danau dangkal atau daerah cekungan yang secara perlahan ditumbuhi oleh tanaman air dan vegetasi lahan basah. Tanaman yang mati dan melapuk secara bertahap membentuk lapisan-lapisan gambut sehingga genangan tersebut terpenuhi timbunan gambut.

Gambut yang tumbuh mengisi genangan yang disebut sebagai gambut topogen karena proses pembentukannya disebabkan oleh topografi daerah cekungan. Proses terbentuknya lahan gambut dapat dilihat pada Gambar 1.

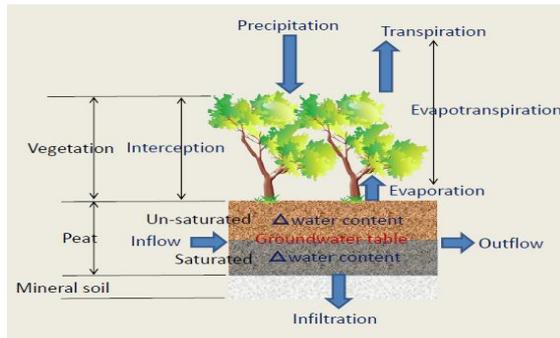


Gambar 1 Pembentukan lahan gambut
Sumber : Suhardjo, 1996 dalam Agus, 2008

Model Hidrologi lahan Gambut

Informasi kedalaman muka air tanah di lahan gambut sangat penting untuk pengelolaan dan pencegahan kebakaran lahan gambut, oleh karena itu prediksi muka air tanah di lahan gambut sangat penting untuk dilakukan. Prediksi muka air tanah secara spasial dan temporal bisa dilakukan baik dengan pemodelan dan pemetaan muka air tanah (Sulaiman et al., 2017) maupun dengan pengolahan data penginderaan jauh (Rahman et al., 2017). Namun demikian, hasil prediksi dan pemodelan tersebut sangat tergantung pada data satelit yang ada yang secara global dengan resolusi yang belum detail.

Prediksi muka air tanah di lahan gambut bisa dilakukan dengan pemodelan matematis dengan berpedoman pada konsep keseimbangan air di lahan gambut sebagaimana disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2 Prinsip Keseimbangan Air Pada Lahan Gambut

Sumber : Takahashi, 2017

Berdasarkan sketsa prinsip keseimbangan tersebut, maka perubahan elevasi muka air tanah harian adalah selisih antara kenaikan muka air tanah akibat hujan harian dengan penurunan muka air tanah akibat evapotranspirasi harian. Secara matematis dapat dilihat pada Rumus [1]

$$dW = dW_{rain} - dW_{loss} \quad [1]$$

Dengan:

dW = perubahan permukaan air tanah setiap hari

dW_{rain} = peningkatan harian tingkat muka

dW_{loss} = kehilangan harian tingkat air tanah dengan evapotranspirasi dan limpasan.

Parameter dW_{loss} dan dW_{rain} adalah suatu korelasi yang merupakan fungsi dari masing-masing evapotranspirasi dan hujan. Dengan demikian muka air tanah pada hari berikutnya bisa diperkirakan dengan menggunakan Rumus [2]

$$W_{n+1} = W_n + dW_{rain} - dW_{loss} \quad [2]$$

Dengan:

W_{n+1} = tinggi muka air tanah hari berikutnya

W_n = tinggi muka air saat ini

Analisis Regresi

Analisis regresi adalah analisis yang digunakan untuk mendapatkan suatu persamaan serta garis yang menunjukkan

persamaan hubungan antara dua variabel dapat berupa persamaan regresi linear maupun non linear. Analisis regresi merupakan kajian terhadap hubungan satu variable yang disebut sebagai variable yang diterangkan (*the explained variable*) dengan satu atau dua variable yang menerangkan (*the explanatory variable*) (Gujarati & Porter, 2012). Variable pertama disebut sebagai variable terikat dan variable kedua disebut sebagai variable bebas, jumlah variable bebas yang lebih dari satu disebut dengan analisis regresi berganda (Kurniawan, 2016). Analisis regresi juga menunjukkan apakah hubungan dua variable bernilai positif atau negative. Untuk mengukur keratan hubungan antara dua variabel dihitung dengan menggunakan koefisien korelasi dengan menggunakan bantuan *software microsoft excel*.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan pada Kabupaten Siak blok eks HGU 07 yang berada di Kecamatan Sungai Apit di Desa Lalang, Desa Bunsur, Desa Teluk Mesjid dan Desa Mangkapan serta Kecamatan Pusako di Desa Pusako dan Desa Pebadaran.

Jenis-jenis Komoditi dan Kesesuaian Lahan

Berdasarkan hasil studi yang telah dilakukan oleh tim peneliti gabungan yang terdiri dari Badan Restorasi Gambut (BRG), Sedagho Siak, PSB Universitas Riau, BPTP Provinsi Riau, dan Balai LHK Palembang maka merekomendasikan tanaman-tanaman yang potensial bisa ditanami di lahan gambut khususnya dilahan TORA adalah sebagai berikut:

- Tanaman pertanian: padi sawah tadah hujan, jagung, nenas, dan ubi kayu;
- Tanaman perkebunan: sagu, kelapa, pinang, aren, dan kopi;

Jenis-jenis komoditi tersebut dapat tumbuh di lahan gambut dan terdapat pada lokasi TORA.

Prosedur Penelitian

1. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data sekunder yaitu data hidrologi pada Stasiun Penyengat II bulan Oktober tahun 2018 hingga bulan Juni tahun 2019 yang diperoleh dari Badan Restorasi Gambut (BRG) dan data curah hujan Stasiun Buatan tahun 2010 yang diperoleh dari Balai Wilayah Sungai Sumatera III (BWSS III).

2. Analisis Tinggi Muka Air Tanah

Langkah-langkah dalam menganalisis tinggi muka air tanah adalah sebagai berikut.

3. Skenario Permodelan Data

Skenario permodelan adalah proses untuk pemilihan data yang digunakan untuk melakukan analisis. Data yang digunakan untuk penelitian ini adalah data periode Oktober 2018 hingga Juni 2019.

Permodelan hidrologi dilakukan dengan pemilihan periode panjang data tertentu. Hal ini dilakukan untuk menganalisis pada periode waktu yang mana respon fluktuasi muka air tanah terhadap hujan dan evaporasi yang bisa mewakili kondisi ini secara keseluruhan. Dari 9 bulan data yang ada, kemudian dikategorikan ke dalam 5 permodelan data, yaitu untuk data per 2 bulan, 3 bulan, 4 bulan, 5 bulan, dan 6 bulan. Variasi skenario permodelan data dapat dilihat pada Tabel 1 hingga Tabel 5.

Tabel 1 Variasi Skenario Permodelan Data 2 Bulan

No	Skenario	Periode Bulan	$R^2 dW_{rain}$	Persamaan dW_{rain}
1	2B1	Oktober 2018 - November 2018	-1,093	$y = 3,7895x$
2	2B2	November 2018 - Desember 2018	-1,619	$y = 5,0292x$
3	2B3	Desember 2018 - Januari 2019	-0,656	$y = 4,2184x$
4	2B4	Januari 2019 - Februari 2019	-0,347	$y = 4,2551x$
5	2B5	Februari 2019 - Maret 2019	0,7977	$y = 4,5712x$
6	2B6	Maret 2019 - April 2019	0,7844	$y = 4,5426x$
7	2B7	April 2019 - Mei 2019	-0,791	$y = 4,3303x$
8	2B8	Mei 2019 - Juni 2019	-0,416	$y = 8,0544x$

Tabel 2 Variasi Skenario Permodelan Data 3 Bulan

No	Skenario	Periode Bulan	$R^2 dW_{rain}$	Persamaan dW_{rain}
1	3B1	Oktober 2018 - Desember 2018	-1,101	$y = 4,1108x$
2	3B2	November 2018 - Januari 2019	-0,915	$y = 4,7732x$
3	3B3	Desember 2018 - Februari 2019	-0,656	$y = 4,3001x$
4	3B4	Januari 2019 - Maret 2019	-0,0482	$y = 4,4447x$
5	3B5	Februari 2019 - April 2019	0,5189	$y = 4,528x$
6	3B6	Maret 2019 - Mei 2019	0,5777	$y = 4,5057x$
7	3B7	April 2019 - Juni 2019	-0,247	$y = 6,8759x$

Tabel 3 Variasi Skenario Permodelan Data 4 Bulan

No	Skenario	Periode Bulan	$R^2 dW_{rain}$	Persamaan dW_{rain}
1	4B1	Oktober 2018 - Januari 2019	-0,776	$y = 4,0778x$
2	4B2	November 2018 - Februari 2019	-0,915	$y = 4,7851x$
3	4B3	Desember 2018 - Maret 2019	-0,375	$y = 4,4031x$
4	4B4	Januari 2019 - April 2019	0,1224	$y = 4,462x$
5	4B5	Februari 2019 - Mei 2019	0,553	$y = 4,5496x$
6	4B6	Maret 2019 - Juni 2019	0,098	$y = 5,0196x$

Tabel 4 Variasi Skenario Permodelan Data 5 Bulan

No	Skenario	Periode Bulan	$R^2 dW_{rain}$	Persamaan dW_{rain}
1	5B1	Oktober 2018 - Februari 2019	-0,775	$y = 4,1471x$
2	5B2	November 2018 - Maret 2019	-0,644	$y = 4,6748x$
3	5B3	Desember 2018 - April 2019	-0,232	$y = 4,4163x$
4	5B4	Januari 2019 - Mei 2019	0,0789	$y = 4,4363x$
5	5B5	Februari 2019 - Juni 2019	0,1081	$y = 5,0056x$

Tabel 5 Variasi Skenario Permodelan Data 6 Bulan

No	Skenario	Periode Bulan	$R^2 dW_{rain}$	Persamaan dW_{rain}
1	6B1	Oktober 2018 - Maret 2019	-0,544	$y = 4,2874x$
2	6B2	November 2018 - Maret 2019	-0,467	$y = 4,6767x$
3	6B3	Desember 2018 - April 2019	-0,217	$y = 4,3995x$
4	6B4	Januari 2019 - Mei 2019	-0,08	$y = 4,8269x$

4. Perhitungan Fluktuasi Muka Air Tanah Per Hari

Fluktuasi menunjukkan suatu kondisi yang berubah-ubah, dimana muka air tanah per hari bisa berubah menjadi meningkat ataupun sebaliknya, untuk itu perlu dihitung fluktuasi muka air tanah agar bisa mengetahui bagaimana perubahan nilai muka air tanah per hari. Nilai fluktuasi muka air tanah dikelompokkan berdasarkan nilai peningkatan dan penurunan muka air tanah. Fluktuasi muka air yang mengalami peningkatan sangat dipengaruhi oleh jumlah curah hujan yang telah terjadi. Penurunan muka air tanah artinya adalah terjadinya kehilangan atau pengurangan air dari waktu saat ini dari hari sebelumnya.

5. Analisis Regresi

Setelah nilai peningkatan dan penurunan muka air tanah didapatkan, selanjutnya adalah melakukan analisis untuk untuk mendapatkan suatu persamaan serta garis yang menunjukkan persamaan hubungan antara dua variabel. Dari analisis regresi didapatkan grafik yang memberikan suatu persamaan untuk menghitung dW_{rain} , dW_{loss} dan nilai koefisien determinasi (R^2).

6. Analisis Fluktuasi Muka Air Tanah

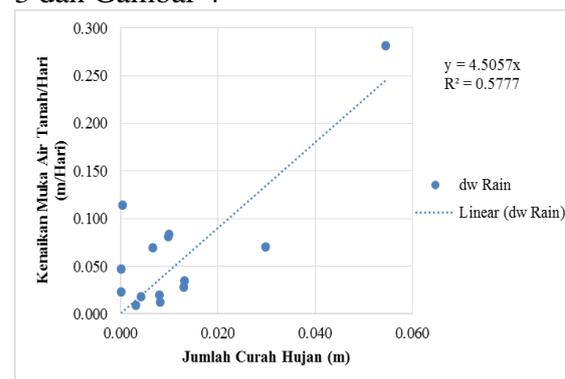
Setelah dW_{rain} dan dW_{loss} diperoleh, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis fluktuasi muka air tanah menggunakan rumus [2], Persamaan yang didapat dari dW_{rain} , dW_{loss} dan W_{n+1} , maka dapat dilakukan prediksi fluktuasi muka air tanah untuk stasiun Buatan periode 1 tahun yaitu pada tahun 2010.

HASIL DAN PEMBAHASAN

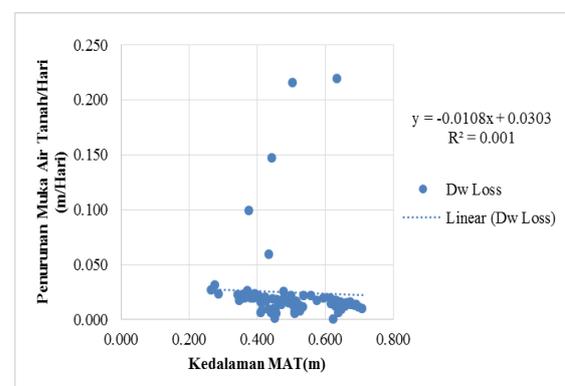
Prediksi Fluktuasi Muka Air Tanah

Prediksi fluktuasi muka air tanah dilakukan dengan menggunakan persamaan regresi berdasarkan hasil analisis regresi antara besaran hujan terhadap kenaikan muka air tanah

(dW_{rain}) dan antara kedalaman muka air tanah dengan kehilangan air tanah (dW_{loss}), Analisis regresi yang dilakukan dengan menggunakan skenario panjang data yaitu 3 bulan. Dimulai dari bulan Maret 2019 – Mei 2019 pada Stasiun Penyengat 11 tahun 2019. Data masukan nilai x pada dW_{rain} adalah untuk nilai curah hujan, dan nilai x pada dW_{loss} adalah untuk nilai tinggi muka air tanah. Setelah dW_{rain} dan dW_{loss} didapatkan, langkah selanjutnya adalah menghitung prediksi fluktuasi muka air tanah pada stasiun Buatan dengan menggunakan persamaan yang didapat dari stasiun Penyengat II. Hasil analisis regresi antara besaran hujan terhadap kenaikan muka air tanah (dW_{rain}) dan antara kedalaman muka air tanah dengan kehilangan air tanah (dW_{loss}) dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4



Gambar 3 Peningkatan Harian Muka Air Tanah oleh Curah Stasiun Penyengat II



Gambar 4 Penurunan Harian Muka Air Tanah Stasiun Penyengat II

Dari Gambar 3 dan Gambar 4 diperoleh persamaan untuk kehilangan harian tingkat muka air tanah (DWloss) sebagai berikut:

$$Y = -0,0108x + 0,0303$$

Dimana:

$$Y = dW_{loss}$$

X = ketinggian muka air tanah di awal hari

Sedangkan persamaan untuk peningkatan harian tingkat muka air tanah oleh curah hujan (DWrain) adalah sebagai berikut:

$$Y = 4,5057x$$

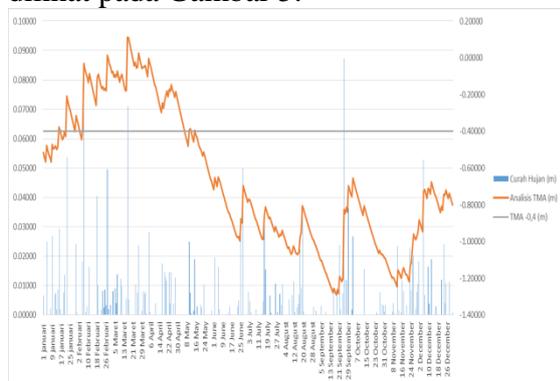
Dimana:

$$Y = dW_{rain}$$

X = jumlah curah hujan per hari

Langkah selanjutnya adalah menggunakan persamaan yang telah diperoleh dari metode regresi untuk analisis kehilangan harian tingkat muka air tanah terhadap evapotranspirasi dan limpasan serta analisis peningkatan harian muka air tanah yang disebabkan oleh curah hujan. Adapun hasil dari analisis kehilangan harian tingkat muka air tanah dan peningkatan harian tingkat muka air tanah dapat dilihat pada lampiran.

Persamaan yang diperoleh digunakan untuk memprediksi tinggi muka air tanah menggunakan data stasiun Buatan. Dengan menggunakan persamaan tersebut maka hasil prediksi tinggi muka air tanah stasiun Buatan tahun 2010 periode 1 tahun dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Estimasi Tinggi Muka Air Tanah Stasiun Buatan Tahun 2010

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan didapat nilai fluktuasi ketersediaan air pada tanggal 22 Januari – 26 Januari, 30 Januari, 6 Februari – 12 April, dan 19 April – 29 April berstatus surplus yang artinya kedalaman air di atas dari regulasi pemerintah yang menepatkan -0,4 m. Namun pada tanggal 1 Januari – 21 Januari, 27 Januari - 29 Januari, 31 Januari – 5 Februari, 13 April – 18 April, dan 30 April – 31 Desember berstatus defisit dimana kedalaman air tanah lebih dari 0,4 m. jika air tanah berada di atas 0,4 m maka resiko yang terjadi berupa meningkatnya emisi karbon dan kebakaran lahan. Maka, untuk mendukung upaya optimalisasi lahan gambut berwawasan lingkungan, komoditi-komoditi bisa tetap hidup jika ditanami pada bulan januari hingga April. Karena tinggi muka air kurang dari 0,4 m di bawah permukaan tanah. Untuk mengatasi kekurangan air yang terjadi pada bulan Mei hingga Desember, dapat dilakukan pengelolaan air dengan sekat kanal atau pintu air.

KESIMPULAN

Model hidrologi dengan menggunakan analisis regresi bisa digunakan untuk prediksi muka air tanah di lahan gambut. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan nilai koefisien determinasi pada analisis dWrain yang tertinggi yaitu dengan panjang data 3 bulan dengan nilai adalah 0,5777. Prediksi fluktuasi muka air tanah berstatus defisit pada bulan Mei – Desember yang artinya kedalaman air tidak sesuai dengan regulasi pemerintah yang menetapkan tinggi muka air tanah kurang dari 0,4 m di bawah permukaan tanah. Alternatif komoditi bisa hidup sesuai dengan regulasi pemerintah jika ditanam pada bulan surplus, yaitu bulan Februari hingga April.

SARAN

1. Perlu dilakukannya studi lebih lanjut terhadap perkembangan data-data yang

dibutuhkan dalam pembuatan penelitian ini, seperti: data hidrologi, klimatologi dan koefisien tanaman.

2. Perlu dilakukannya manajemen air untuk mencegah terjadinya kekurangan air pada bulan-bulan defisit air.
3. Untuk menjaga tinggi muka air tetap berada pada 0,4 m maka bisa dilakukan manajemen pengelolaan air, dengan sekat kanal atau pintu air.

DAFTAR PUSTAKA

- Gujarati, D., & Porter, D. C. (2012). Dasar-dasar ekonometrika [Basic econometrics]. *Buku*, 2, 428–456.
- Jaka, A. I. P. (2017). Analisis Neraca Air Lahan untuk Tanaman Padi dan Jagung di Kota Bengkulu, *15*(2), 83–89.
<https://doi.org/10.14710/jil.15.2.83-89>
- Kurniawan, R. (2016). *Analisis regresi*. Prenada Media.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 57 Tahun 2016 Tentang Perubahan Peraturan Pemerintah Nomor 71 Tahun 2014 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Ekosistem Gambut (2016).
- PP RI No 11 Tahun 2009. (2009).
- Rahman, M. M., McDermid, G. J., Strack, M., & Lovitt, J. (2017). A New Method to Map Groundwater Table in Peatlands Using Unmanned Aerial Vehicles. *Remote Sensing*, *9*(10), 1057.
<https://doi.org/10.3390/rs9101057>
- Subiksa, I. G. M., Hartatik, W., & Agus, F. (2008). Pengelolaan lahan gambut secara berkelanjutan, 73–88.
- Suhardjo, 1996 dalam Agus, F. (2008). *Lahan Gambut: Potensi untuk Pertanian dan Aspek Lingkungan*. Balai Penelitian Tanah dan World Agroforestry Centre (ICRAF).
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.08.031>
- Sulaiman, A., Kimura, K., & Takano, K.

(2017). Building An Integrated Peatland Monitoring Trough Modeling and Mapping Water Table. In *1st International Round Table Peatland Restoration*.

Takahashi, H. (2017). Monitoring and forecast of groundwater level in a tropical peatland and a rice field - Central Kalimantan, West Kalimantan, Jambi, Riau and Central Jawa Provinces, Indonesia -.