



## ANALISA PERHITUNGAN MUKA AIR RATA-RATA DI LAHAN GAMBUT DENGAN TANGGUL KELILING DALAM RANGKA MENGURANGI KEBAKARAN

### ANALYSIS OF AVERAGE WATER LEVEL IN PEATLAND WITH CIRCUMFERENCE DIKE TO REDUCE PEAT FIRES

Indra Setya Putra<sup>1)</sup> Yudi Lasmana<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Pusat Litbang Sumber Daya Air - Badan Litbang PU  
Jl. Gatot Subroto No. 6, Banjarmasin, Kalimantan Selatan 70235  
Email: qmbut@yahoo.com

Diterima: 22 Februari 2019; Direvisi: 3 Mei 2019; Disetujui: 28 Mei 2019

#### ABSTRACT

*Peatland fires encourage the government to restore peat function as natural water storage. One of the measures taken is to build a circumference dike to hold water to reduce excessive drainage. However, there is no study yet of the planned average water level that has to be maintained from the construction of circumference dike. Therefore, the aim of this study is to calculate the average water level on peatlands inside the circumference dike. The methods used consist of hydrological analysis, spatial analysis, and water level analysis. The results of the analysis shows that the average water level in normal years tends to be above the surface, except in the second half of August to the first half of November. In the second half of September to the second half of October, the peat has the potential to be burned. In a dry season the water tends to fall decline to the drainage boundary of peatland which is at -1.5 m which occurs in the second half of March to December. In the second half of February until December peatland has potential to be burned. From this research, it can be concluded that the calculations using this method is similar with in-situ observation data and can be used to calculate the average water level of peat with the same conditions in other locations.*

**Keywords:** Peat, fire, circumference dike, average waterlevel

#### ABSTRAK

*Kebakaran hutan yang terjadi di lahan gambut mendorong pemerintah untuk mengembalikan fungsi gambut ke semula yaitu sebagai tampungan air alami. Salah satu cara yang dilakukan adalah dengan membangun tanggul keliling untuk menahan air untuk mengurangi drainase yang berlebihan. Akan tetapi belum ada studi tentang rencana muka air rata-rata yang dipertahankan dari pembangunan tanggul keliling tersebut. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk menghitung muka air rata-rata di lahan gambut dengan tanggul keliling. Metode yang digunakan mencakup analisis hidrologi, analisis spasial, kemudian perhitungan muka air. Hasil analisis menunjukkan bahwa muka air rata-rata di tahun normal cenderung berada di atas permukaan gambut kecuali pada bulan Agustus setengah bulan kedua hingga November setengah bulan pertama. Pada bulan September setengah bulan kedua hingga Oktober setengah bulan kedua gambut berpotensi untuk terjadi kebakaran. Pada bulan kering air cenderung turun sampai ke batas drainase lahan gambut yaitu di -1,5 m, yang terjadi pada bulan Maret setengah bulan kedua hingga Desember. Pada bulan Februari setengah bulan kedua sampai bulan Desember setengah bulan kedua gambut berpotensi untuk terbakar. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa perhitungan dengan menggunakan metode ini mendekati data di lapangan dan dapat digunakan untuk menghitung muka air rata-rata gambut dengan kondisi yang sama di lokasi lain.*

**Kata kunci:** Gambut, , kebakaran, tanggul keliling, muka air rata-rata

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang sangat kaya akan sumber daya air diantaranya lahan gambut. Gambut tropis di Indonesia diperkirakan sekitar 20-21 juta ha yang merupakan 12% dari luas keseluruhan daratan di Indonesia (S. Page & Rieley, 2016). Gambut yang ada di Indonesia dan Malaysia dengan ketebalan lebih dari 5 m menyimpan 77 % dari total cadangan karbon yang ada di gambut di seluruh dunia (S. E. Page, Rieley, & Banks, 2011).

Karena kebutuhan pangan yang semakin meningkat, pemerintah mencoba melakukan pengembangan lahan gambut sebagai lahan pertanian yang baru. Sejak 1970, lahan gambut dan rawa gambut telah dibuka untuk mendukung program pemerintah itu (Azis, 2014). Puncaknya terjadi pada tahun 1996/1997, dimana pemerintah membuat program proyek lahan gambut sejuta hektar di Kalimantan. Akan tetapi proyek ini berhenti di tahun berikutnya karena adanya krisis ekonomi yang menimpa Indonesia.

Sebagai dampak pembangunan saluran-saluran dari proyek tersebut, air yang ada pada lahan gambut yang terlanjur dibuka ini terdrainase secara berlebihan. Dampak selanjutnya dari pembukaan lahan gambut tersebut yaitu permukaan air tanah menurun secara dramatis terutama setiap musim kemarau dan kondisi itu mempercepat kebakaran hutan yang sangat parah yang disebut kebakaran gambut. Kebakaran yang tidak terkendali dalam dekade terakhir terjadi rata-rata setiap dua tahun yaitu pada tahun 2002, 2004, 2006, dan 2009 (E. I. Putra, Hayasaka, Takahashi, & Usup, 2008). Setelah itu hampir setiap tahun terjadi kebakaran hutan dan selanjutnya terjadilah kabut asap yang sangat mengganggu kesehatan. Masalah selanjutnya yang timbul adalah emisi karbon yang merupakan salah satu penyebab terjadinya pemanasan global. Oleh karena itu, Indonesia merupakan penghasil emisi gas rumah kaca terbesar ketiga. Hasil perhitungan dari kebakaran lahan gambut yang terjadi di tahun 2015 menunjukkan sekitar 11,3 juta ton karbon telah dilepas ke atmosfer (Huijnen et al., 2016), sekitar 500.000 orang masuk rumah sakit karena gangguan pernafasan dan kerugian ekonomi Indonesia dari dampak tersebut yaitu sekitar 16 miliar US Dollar (World Bank, 2016).

Kebakaran lahan gambut yang terjadi mempunyai hubungan erat dengan penurunan tanah, banjir di permukaan selama musim hujan dan juga pergantian tumbuhan yang terjadi di lahan gambut. Pertama, kebakaran akan mengurangi tutupan lahan yang akan menurunkan angka transpirasi dan mendorong penambahan air permukaan. Kedua, penurunan permukaan gambut adalah hasil dari beberapa proses diantaranya

oksidasi dan atau kebakaran dan atau tumbangnya pohon. Ketiga, kebakaran gambut pada lapisan permukaan akan membuat kapasitas gambut untuk menyerap air menjadi berkurang (S. Page et al., 2009). Ketika telah terjadi penurunan di lahan gambut, akan sulit untuk dikembalikan seperti kondisi semula karena membutuhkan proses ribuan bahkan puluhan ribu tahun. Karena gambut sudah hilang baik karena terbakar atau terdrainase, maka lahan menjadi genangan dengan elevasi air yang cukup tinggi. Ini menjadikan lahan tersebut sulit untuk ditanami karena seringnya tergenang air, sedangkan tanaman yang sudah ada akan tumbang karena proses penurunan tanah yang menyebabkan terbukanya akar tanaman sehingga tanaman tidak lagi mempunyai kekuatan untuk berdiri tegak.

Gambut di Indonesia umumnya terbentuk sekitar 5.000-10.000 tahun yang lalu (Dommain, Couwenberg, & Joosten, 2011). Gambut tropis biasanya mempunyai kandungan air yang besar dengan 10% material organik dan mempunyai kepadatan massa sekitar 0,07-0,1 gr/cm<sup>3</sup> (Hooijer dkk., 2010).

Level air tanah yang dihitung untuk setiap setengah bulanan menunjukkan bahwa dari Januari hingga Mei jarang turun di bawah 40 cm. Banjir terjadi pada bulan Februari, April dan Mei tetapi sejak Juni dan seterusnya permukaan air tanah turun secara progresif dan tajam, dengan hasil bahwa permukaan air berada di bawah ambang kritis 40 cm di 91% area pada Oktober dan karenanya rentan terhadap kebakaran. Pada saat yang sama, 33% dari daerah tersebut memiliki permukaan air tanah lebih dalam dari 100 cm di bawah permukaan yang berarti berisiko terhadap kebakaran yang ekstrim. Pada bulan November dan Desember, permukaan air tanah sekali lagi mulai naik yang mengakibatkan banjir pada bulan Desember. Kenaikan permukaan air tanah terjadi beberapa saat setelah terjadi hujan karena permukaan kering gambut terisi kembali dan menjadi sebuah tampungan air. Daerah tangkapan air Sabangau kembali ke status hidrologi aslinya pada bulan Desember 1997, sedangkan Blok C tetap terkena dampak kekeringan dan dengan demikian rentan terhadap kebakaran yang lebih lama (Wösten, Page, & Limin, 2007).

Putra & Hiroshi (2011) menyarankan bahwa titik kritis dari air tanah adalah minimal 40 cm dari permukaan tanah. Sejumlah kebakaran yang ditemukan selama kondisi muka air tanah dangkal sangat menggambarkan pentingnya mempertahankan muka air tanah tetap tinggi, yaitu kurang dari 5 cm di bawah permukaan. Hal ini perlu dilakukan, untuk mengurangi risiko kebakaran dan mencegah lahan gambut terdegradasi dari

kebakaran gambut permukaan menjadi kebakaran gambut dalam yang sangat merusak akibat dari perbuatan manusia (E. I. Putra, Cochrane, Vetrita, Graham, & Saharjo, 2016).

Ketinggian muka air tanah sangat bergantung pada jenis perlakuan yang diterapkan pada lahan. Adanya bendung menghasilkan nilai laju penurunan tanah yang lebih kecil. Namun bila diberi perlakuan kombinasi, yaitu dengan membuat bendung dan penghutanan kembali, maka nilai laju penurunan tanah akan semakin lebih kecil (Triadi, Adji, & Dhiaksa, 2016).

Bendung atau tabat mempunyai fungsi sebagai penghambat aliran dan tidak difungsikan untuk menghentikan semua pergerakan air di saluran atau kanal. Dengan fungsi seperti ini, tabat tidak harus benar-benar kedap air (Jaenicke, Wösten, Budiman, & Siegert, 2010). Bendung didesain sesuai dengan tinggi muka air yang direncanakan di lahan gambut. Manfaat lain bendung adalah untuk mencegah erosi dari tanah gambut di hulu bendung (Astiani, Burhanuddin, Gusmayanti, Widiastuti, & Taherzadeh, 2018).

Untuk itu pemerintah melalui Badan Restorasi Gambut (BRG) berupaya mengembalikan fungsi gambut yang telah rusak dan yang rawan terhadap terjadinya kebakaran gambut. Salah satunya dengan cara membangun tabat-tabat dan membangun tanggul keliling dengan tujuan untuk membasahi dan juga menjaga muka air tanah di lahan gambut. Dengan menjaga atau menaikkan muka air di lahan gambut maka diharapkan kebakaran gambut dapat diminimalisir. Jika kondisi air mampu dijaga, maka harapan berikutnya bisa dilakukan revegetasi kembali dengan menanam tanaman yang cocok dengan lahan rawa gambut. Program ini dinamakan "*repeat*" yang mempunyai kepanjangan *rehabilitation of peat*.

Selama ini belum ada perhitungan muka air rata-rata di lahan gambut dengan tanggul keliling yang baku. Sehingga tidak dapat diketahui berhasil tidaknya tanggul yang telah dibangun dalam menjaga muka air dan mengurangi resiko kebakaran di lahan gambut. Oleh karena itu tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghitung elevasi muka air rata-rata yang mampu dipertahankan di lahan gambut dengan adanya pembangunan tanggul keliling di setiap waktu tertentu. Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar acuan untuk pembangunan tanggul-tanggul keliling di lokasi gambut yang lain.

Penelitian ini dilakukan di Desa Tumbang Nusa, Kabupaten Pulang Pisau, Provinsi Kalimantan Tengah dengan luas lahan 5.022 ha. Lokasi ini merupakan lahan rawa gambut yang sudah pernah dibuka sebelumnya, dan yang direncanakan di vegetasi kembali seperti terlihat pada Gambar 1.

## METODE PENELITIAN

Metode perhitungan muka air di lahan gambut dengan tanggul keliling dilakukan melalui tahapan pengumpulan data primer dan sekunder, analisis hidrologi, analisis spasial dan analisis muka air.

### Pengumpulan Data

Untuk data primer, yang dikumpulkan berupa pengukuran muka air dengan mengamati sumur-sumur pantau yang ada di lahan, serta data sampel tanah untuk mengetahui kadar air di dalam gambut. Pengumpulan data sekunder mencakup data klimatologi, data hujan, peta ketebalan gambut dan data tutupan lahan serta kebakaran.

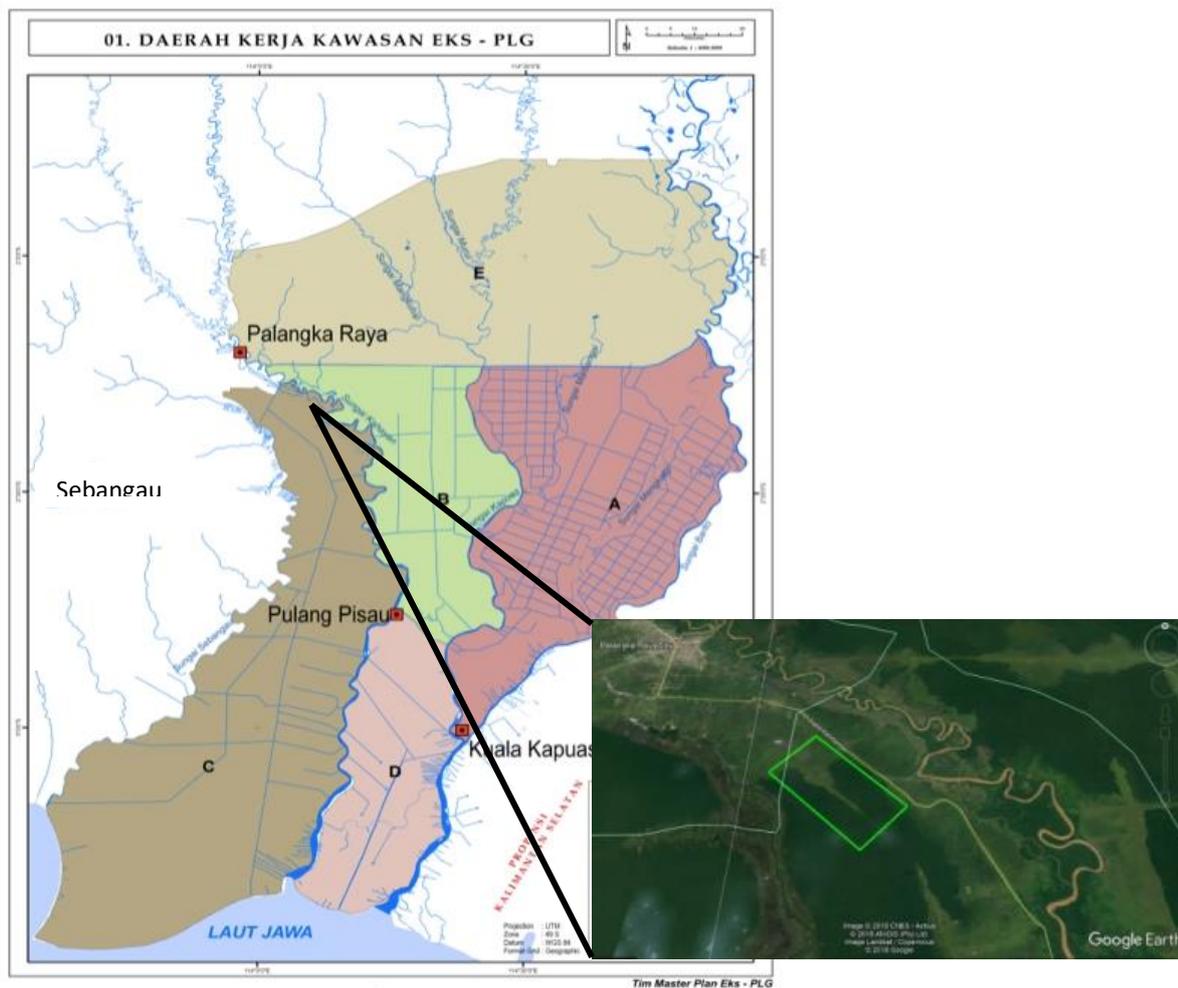
### Analisis hidrologi

Setelah pengumpulan data kemudian dilakukan analisis hidrologi yang terdiri dari.

- a) Perhitungan evapotranspirasi potensial menggunakan metode *Penmann* yang sudah umum digunakan di Indonesia.
- b) Analisis evapotranspirasi konsumtif tanaman dihitung dengan menggunakan angka koefisien tanaman (*Kc*) untuk jenis tanaman di rawa yang dikeluarkan oleh FAO. Koefisien tanaman adalah nilai gabungan antara karakteristik tanaman dan pengaruh rata-rata dari evaporasi di tanah. Nilai koefisien tanah berbeda-beda tergantung waktu pertumbuhan tanaman (Allen, Pereira, Raes, & Smith, 1998).

Pada tahun 2017 telah dibangun tanggul keliling untuk menahan air yang ada di dalam agar tidak terdrainase keluar. Selain itu juga dilakukan penanaman kembali dengan tanaman sejenis gerunggang (*Cratogeomys glaucum*) dan belangeran (*Shorea balangeran*). Dengan menggunakan standar FAO, tanaman tersebut masuk ke dalam jenis tanaman rawa basah tanpa embun beku (no frost), dengan nilai koefisien sekitar 0,6-1,2.

- c) Analisis ketersediaan air (*rainfall runoff*) dengan menggunakan metode FJ Mock.



Sumber: diolah dari (Bappenas, 2009)

**Gambar 1** Lokasi Penelitian

### Analisis Spasial

Analisis spasial dilakukan dengan menggunakan program arcGIS untuk mencari grafik hubungan antara debit ( $Q$ ) dan tinggi muka air ( $h$ ) tampungan air dari gambut. Grafik tersebut sangat dipengaruhi oleh jenis gambut banyaknya dan kandungan air dan serat organik yang ada di dalamnya.

Gambut biasanya berupa campuran antara air dengan tanah organik dengan komposisi yang berbeda-beda tergantung dari tingkat dekomposisinya. Tingkat dekomposisi gambut dibagi menjadi 3 tingkatan yaitu (BBSDLP, 2006):

Fabrik : gambut dengan tingkat dekomposisi awal, yaitu kandungan serat tumbuhan lebih dari 75%, atau masih lebih dari tiga perempat bagian dari volumenya.

Hemik : gambut dengan tingkat dekomposisi tengahan, yaitu kandungan serat antara

17-75%, atau tinggal antara 1/6-3/4 bagian volumenya.

Saprik : gambut dengan tingkat dekomposisi lanjut, yaitu kandungan seratnya kurang dari 17%, atau tinggal kurang dari 1/6 bagian dari volumenya. Gambut saprik biasanya berwarna kelabu sangat gelap sampai hitam. Sifat-sifatnya, baik sifat fisik maupun kimianya, relatif sudah stabil.

### Analisis Muka air

Dengan menggunakan data yang telah dihitung sebelumnya, maka perhitungan selanjutnya menggunakan kaidah pengoperasian waduk karena keluar masuknya air di gambut dengan tanggul keliling hampir sama dengan persamaan di waduk yaitu volume air di dalam tanggul saat ini adalah volume air sebelumnya ditambah dengan air yang masuk dan dikurangi air yang keluar.

Air yang masuk adalah jumlah hujan di area yang ada di dalam tanggul, sedangkan air yang keluar berupa evapotranspirasi dan perkolasi. Dari hasil perhitungan tersebut dapat diketahui elevasi muka air rata-rata tiap satuan waktu tertentu baik ketika di atas permukaan tanah gambut maupun ketika di bawah permukaan tanah gambut dengan grafik hubungan muka air dengan volume tampungan. Satuan waktu yang digunakan dalam hitungan adalah 2 mingguan atau setengah bulanan.

Perhitungan dilakukan dalam 3 skenario yaitu

- 1 Tahun 2017 untuk kalibrasi perhitungan
- 2 Tahun normal yaitu ketika debit andalan dengan probabilitas 50% (Q50)
- 3 Tahun kering yaitu ketika debit andalan dengan probabilitas 80% (Q80)

Perhitungan di tahun basah tidak dilakukan karena tampungan dianggap sedang banyak air atau gambut dalam keadaan selalu basah sehingga tidak berpotensi terjadi kebakaran. Jika hasil perhitungan muka air tanah lebih dalam dari 0,4 m di bawah permukaan gambut, maka gambut dengan tanggul keliling memiliki potensi kebakaran.

**Debit Andalan**

Untuk menentukan debit andalan pada tahun basah, normal dan kering dapat menggunakan beberapa cara contohnya metode *California*, metode *Chegodayev*, metode *Hazen* dan metode *Weibull*. Akan tetapi dalam penelitian ini digunakan metode *Weibull*.

Jika  $n$  adalah banyaknya data dan  $m$  adalah peringkat (rank) dari data yang sudah diurutkan maka kemungkinan yang terjadi dari data  $x_m$  dijabarkan dalam persamaan Weibull (Chow, Maidment, & Mays, 1988):

$$P(X \geq x_m) = \frac{m}{n+1} \dots\dots\dots 1)$$

Dengan:

- $X$  adalah data
- $X_m$  adalah data ke

- $P$  adalah peluang
- $m$  adalah peringkat (ranking) data
- $n$  adalah banyak data

**Perhitungan Muka Air Gambut**

Dalam tulisan ini perhitungan muka air gambut menggunakan kaidah neraca air di waduk sesuai dengan Pedoman Pengoperasian Waduk Tunggal Pd T-25-2004-A (Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2004), sebagai berikut:

$$I - O = ds/dt \dots\dots\dots 2)$$

dengan :

- $I$  adalah masukan
- $O$  adalah keluaran
- $ds/dt$  adalah perubahan tampungan dari persamaan diatas diperinci menjadi

$$S_{t+1} = S_t + I_t + R_t - E_t - L_t - O_t - O_{St} \dots\dots\dots 3)$$

dengan:

- $S_t$  adalah tampungan waduk pada periode  $t$
- $S_{t+1}$  adalah tampungan waduk pada periode  $t+1$
- $I_t$  adalah masukan waduk pada periode  $t$
- $R_t$  adalah hujan yang jatuh diatas permukaan waduk, pada periode  $t$
- $E_t$  adalah kehilangan air akibat evaporasi pada periode  $t$
- $L_t$  adalah kehilangan air akibat rembesan dan bocoran
- $O_t$  adalah total kebutuhan air
- $O_{St}$  adalah keluaran dari pelimpah

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Lokasi penelitian terletak dekat dengan Sungai Kahayan yang masih terpengaruh oleh pasang surut air laut. Data yang dikumpulkan dari data sekunder adalah data hujan dari stasiun Tumbang Nusa dari tahun 2011-2017 dan juga data klimatologi yang didapat dari stasiun Maliku. Lokasi proyek pembangunan tanggul keliling (garis kuning) yang telah dilaksanakan BRG dapat dilihat pada Gambar 2.



Sumber: Hasil analisis

**Gambar 2** Lokasi penelitian dengan tanggul keliling (garis kuning) dan sumur pantau (titik merah)

Untuk data primer, telah dilakukan pengamatan muka air di sumur pantau pada tanggal 3 Desember tahun 2017 tepatnya sejajar dengan jalan Tumbang Nusa km. 28. Pengamatan dilakukan selama 12 jam di titik 350 m dan juga 750 m dari pinggir tanggul seperti yang tersaji pada Gambar 3.

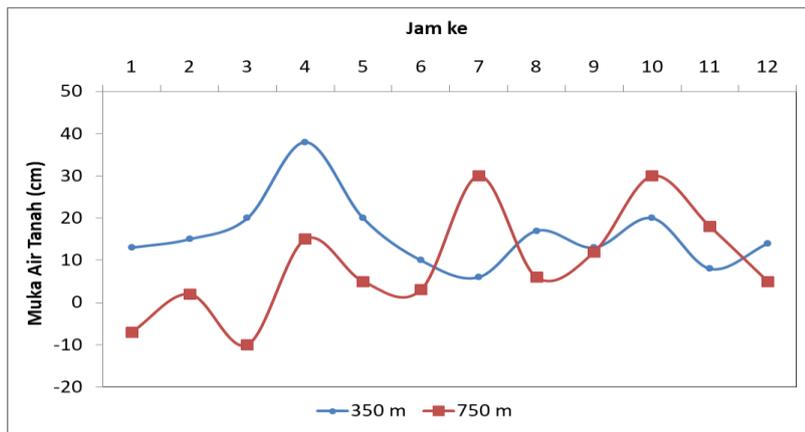
Gambar 3 menunjukkan bahwa muka air di awal bulan Desember 2017 fluktuatif tapi cenderung di atas permukaan tanah. Ini disebabkan bulan Desember merupakan bulan basah sehingga muka air di lahan naik sampai terjadi genangan. Rata-rata muka air di kedua titik itu adalah + 12.63 cm.

Gambut di lokasi penelitian sering kali terbakar, sehingga mempengaruhi luasan tutupan lahan seperti yang terlihat pada Gambar 4. Pada tabel 1 terlihat bahwa hanya 10,9% saja lahan yang bervegetasi, sedangkan 54,4% lahan telah terbuka karena kebakaran. Tutupan lahan ini akan berpengaruh terhadap perhitungan *rainfall-runoff* dengan menggunakan rumus FJ Mock.

**Tabel 1** Tabel tutupan lahan

| Jenis Lahan  |                | Luas (%)   | Luas (Ha)    |
|--------------|----------------|------------|--------------|
| Tertutup     | Bervegetasi    | 10,9       | 548          |
| Terbuka      | Terbakar       | 54,4       | 2.731        |
|              | Tidak Terbakar | 34,7       | 1.743        |
| <b>Total</b> |                | <b>100</b> | <b>5.022</b> |

Sumber: Hasil analisis



Sumber: BLLHK, 2018

**Gambar 3** Pengamatan muka air di sumur pantau tanggal 3 Desember 2017



Sumber: Hasil analisis

**Gambar 4** Citra lokasi penelitian

**Analisis Hidrologi**

Perhitungan evapotranspirasi dibutuhkan untuk menghitung debit air permukaan di suatu wilayah seperti contohnya di sub DAS atau DAS (I. S. Putra, 2017).

Perhitungan dilakukan untuk satu bulanan kemudian nilainya dibagi 2 yang kemudian menjadi nilai setengah bulanan. Hasil perhitungan evapotranspirasi potensial untuk tanaman rawa menggunakan metode *Penman* disajikan dalam Tabel 2.

Nilai evapotranspirasi potensial di Tabel 2 dikalikan dengan koefisien tanaman di gambut (gerunggang dan kayu belangeran) menjadi evapotranspirasi konsumtif tanaman setengah bulanan yang tersaji pada Tabel 2 dibawah. Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai evapotranspirasi

konsumtif tanaman di gambut bervariasi dari 0,2 sampai 0,6 lt/dt/ha.

Gambut mempunyai sifat *permeable* atau lolos air dan bahkan porositasnya tinggi. Selain itu sifatnya yang cenderung menyerap air membuat kandungan airnya tinggi tergantung dari kematangannya. Jenis tanah gambut yang ada di lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 5.

Secara visual gambut di lokasi penelitian masuk ke dalam klasifikasi gambut hemik dengan kandungan serat 60%, dan diperkirakan kandungan airnya sekitar 40%. Untuk kondisi gambut yang sudah ditanggul maka diasumsikan nilai infiltrasinya adalah 5 mm/hari atau 0,58 lt/dt/ha. Karena lahannya seluas 5.010 ha maka laju infiltrasi total di dalam tanggul adalah menjadi sebesar 2,9 m<sup>3</sup>/dt.

**Tabel 2** Evapotranspirasi potensial ( $E_{to}$ ) dan Evapotranspirasi Konsumtif ( $E_{tc}$ ) setengah bulanan

| Bulan               | Jan |     | Feb |     | Mar |     | Apr |     | Mei |     | Jun |     | Jul |     | Agu |     | Sep |     | Okt |     | Nov |     | Des |     |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                     | I   | II  |
| $E_{to}$<br>(mm/hr) | 3,7 | 3,7 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 3,7 | 3,7 | 3,9 | 3,9 | 3,6 | 3,6 | 3,8 | 3,8 | 4,4 | 4,4 | 4,3 | 4,3 | 4,1 | 4,1 | 3,5 | 3,5 | 3,3 | 3,3 |
| $E_{tc}$<br>(mm/hr) | 4,5 | 4,5 | 4,8 | 4,8 | 4,8 | 4,8 | 4,4 | 4,4 | 4,6 | 4,6 | 4,3 | 4,3 | 4,6 | 4,6 | 5,2 | 5,2 | 2,6 | 2,6 | 2,5 | 2,5 | 2,1 | 2,1 | 2,0 | 2,0 |
| lt/dt/ha            | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |

Sumber: Hasil analisis



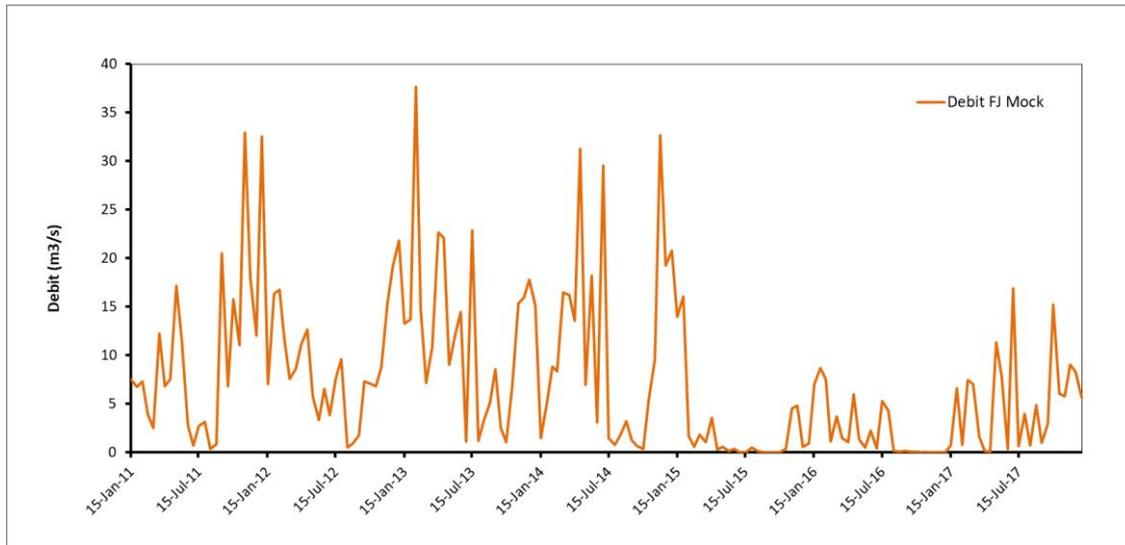
Sumber: Dokumentasi penulis

**Gambar 5** Pengamatan muka air di sumur pantau pada tanggal 3 Desember 2017

**Tabel 3** Debit andalan setengah bulanan di tahun normal (Q50) dan tahun kering (Q80)

| m <sup>3</sup> /dt | Jan |     | Feb |     | Mar |     | Apr |     | Mei |     | Jun |     | Jul |     | Agu |     | Sep |     | Okt |     | Nov |      | Des  |      |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
|                    | I   | II   | I    | II   |
| Q50                | 7,0 | 8,7 | 8,9 | 7,5 | 7,0 | 8,6 | 6,8 | 7,5 | 7,0 | 7,9 | 2,8 | 1,2 | 2,7 | 3,2 | 0,7 | 0,9 | 1,2 | 2,5 | 1,0 | 6,0 | 8,8 | 15,4 | 12,0 | 15,1 |
| Q80                | 1,2 | 6,0 | 4,8 | 0,9 | 2,3 | 1,3 | 0,7 | 0,2 | 1,0 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,7 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,3 | 2,7 | 2,9  | 0,4  | 0,5  |

Sumber: Hasil analisis



Sumber: Hasil analisis

**Gambar 6** Debit air setengah bulanan yang masuk ke tampungan gambut

Perhitungan ketersediaan air dilakukan dari tahun 2011 sampai 2017. Ketersediaan air di lokasi penelitian adalah air hujan yang jatuh di area penelitian seluas 5.010 ha atau 50 km<sup>2</sup>. Debit air yang masuk ke dalam tampungan gambut dihitung dengan menggunakan persamaan FJ Mock dengan periode setengah bulanan. Hasil perhitungan ditampilkan dalam bentuk grafik seperti yang terlihat pada Gambar 6.

**Analisis Spasial**

Dalam suatu kawasan, gambut mempunyai ketebalan yang berbeda-beda. Karena kandungan air di gambut cukup tinggi, maka ketebalan gambut juga menentukan banyaknya air yang tertampung di gambut. Tabel 4 menyajikan ketebalan gambut di lokasi penelitian.

**Tabel 4** Tabel ketebalan gambut

| Ketebalan Gambut (cm) | Luas (%) | Luas (ha)       |
|-----------------------|----------|-----------------|
| 0                     | 12,5     | 624,12          |
| 100-200               | 53,2     | 2.663,40        |
| 400-800               | 34,4     | 1.723,32        |
| Total                 |          | <b>5.010,84</b> |

Sumber: Hasil analisis

Dari Tabel 4 di atas terlihat bahwa tebal gambut 100-200 m adalah yang paling dominan yaitu seluas 53,2 % dari total studi area. Sekitar 34,4 % termasuk gambut dalam karena mempunyai ketebalan lebih dari 3 m.

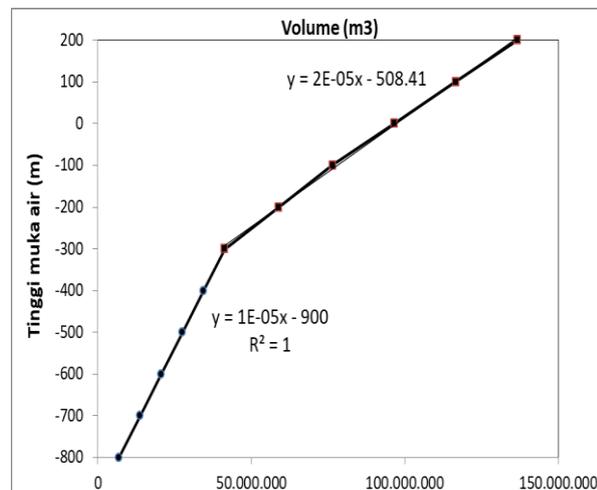
Dengan menggunakan program ArcGIS, dilakukan analisis untuk mencari korelasi linier antara muka air dengan volume tampungan air

Selanjutnya debit andalan dari tahun 2011-2017 itu diurutkan dengan menggunakan metode *Weibull* untuk mencari debit andalan setengah bulanan tahun kering untuk (Q<sub>80</sub>) dan tahun normal (Q<sub>50</sub>) yang ditampilkan pada tabel 3.

Pada tabel 3 terlihat bahwa debit andalan di tahun kering sangat kecil. Debit minimumnya bisa mencapai 0 m<sup>3</sup>/dt sedangkan debit maksimumnya di 6 m<sup>3</sup>/dt yang terjadi pada bulan Januari.

(Gambar 7). Korelasi muka air dan tampungan dapat berupa garis linier maupun non linier.

Berdasarkan uji coba di lapangan, air yang terkandung di dalam gambut adalah 40 % dari tampungan yang ada karena terdapat serat-serat gambut sejumlah 60 % dari volume tampungan.



Sumber: Hasil analisis

**Gambar 7** Grafik gabungan antara muka air dan volume tampungan

**Analisis Muka Air**

Tanggul keliling memiliki fungsi untuk menghambat air permukaan agar tidak keluar ke saluran-saluran. Oleh sebab itu parameter-parameter yang berpengaruh dalam perhitungan adalah air hujan yang jatuh di lahan, infiltrasi di bawah tanggul, dan evapotranspirasi dari tanaman.

Model perhitungan mempunyai beberapa kondisi batas yang harus dipenuhi diantaranya:

1. Tinggi muka air dan volume tidak melebihi batas maksimum, yaitu sesuai dengan tinggi tanggul: 1 m dari permukaan gambut. Jika melebihi maka air akan melimpas dan dianggap tinggi air maksimal adalah 1 m.
2. Infiltrasi yang keluar lewat bawah tanggul menyebabkan penurunan muka air yang dibatasi sampai batas drainase (Drainage limit) yaitu setinggi muka air rata-rata sungai di sebelahnya (sungai Kahayan). Tinggi muka air rata-rata sungai adalah -1,5 m dari permukaan gambut. Di -1,5 m ini tinggi air di gambut dengan sungai menjadi sama karena proses keluar masuk air di gambut dan sungai seimbang.
3. Tinggi muka air awal di skenario tahun 2017 adalah +15 cm (0,15 m) dari permukaan tanah sesuai dengan data pengamatan muka air rata-rata di bulan Desember tahun 2016.

**1) Skenario I: Tahun 2017**

Simulasi pada tahun 2017 ini dilakukan dengan tujuan untuk mengkalibrasi perhitungan muka air rata-rata yang dilakukan supaya sama dengan di data lapangan. Hasil kalibrasi menunjukkan muka air rata-rata di awal bulan

Desember 2017 yaitu +13,17 m mendekati dengan hasil pengukuran muka air rata-rata di lapangan yaitu +12,63 m seperti yang terlihat pada Gambar 8. Ini menunjukkan bahwa model perhitungan dapat digunakan untuk skenario yang lainnya.

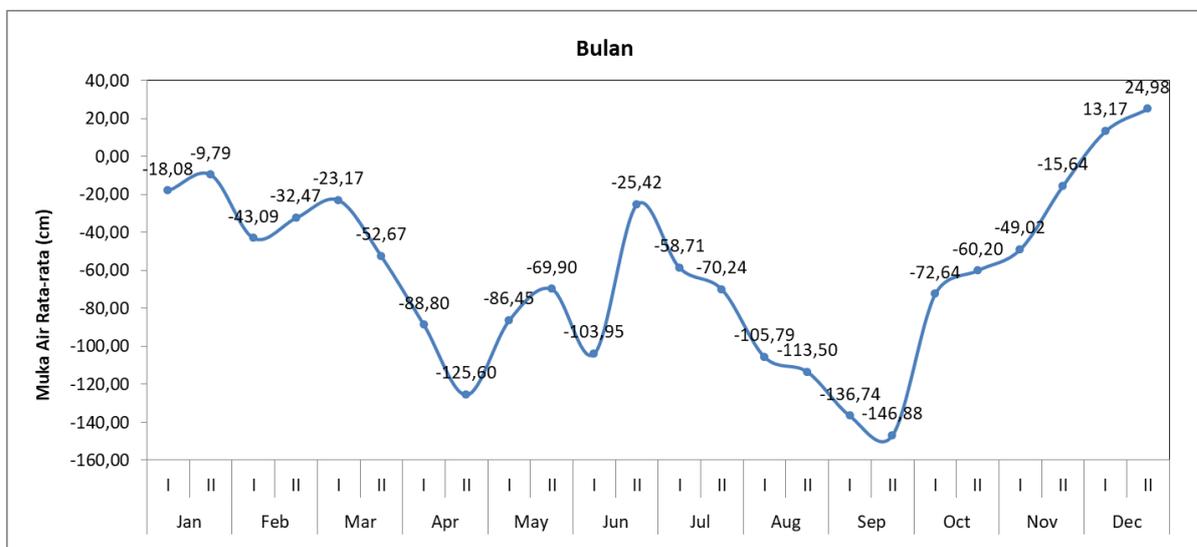
Muka air rata-rata setengah bulanan di tahun 2017 pada bulan Maret setengah bulan kedua sampai November setengah bulan kesatu berada di bawah -40 cm. Kondisi ini menyebabkan terjadinya kebakaran.

**2) Skenario II: Tahun Normal**

Hasil perhitungan di tahun normal menunjukkan muka air rata-rata di lahan cenderung di atas permukaan gambut bahkan pada bulan Maret sampai Juni air melimpas (lihat Gambar 9). Akan tetapi setelah itu mengalami penurunan terus-menerus sampai bulan Oktober. Pada bulan September setengah bulann kedua hingga Oktober setengah bulan kedua, muka air rata-rata lebih dari 40 cm di bawah permukaan gambut. Karena itu pada bulan-bulan tersebut lahan gambut berpotensi untuk terbakar.

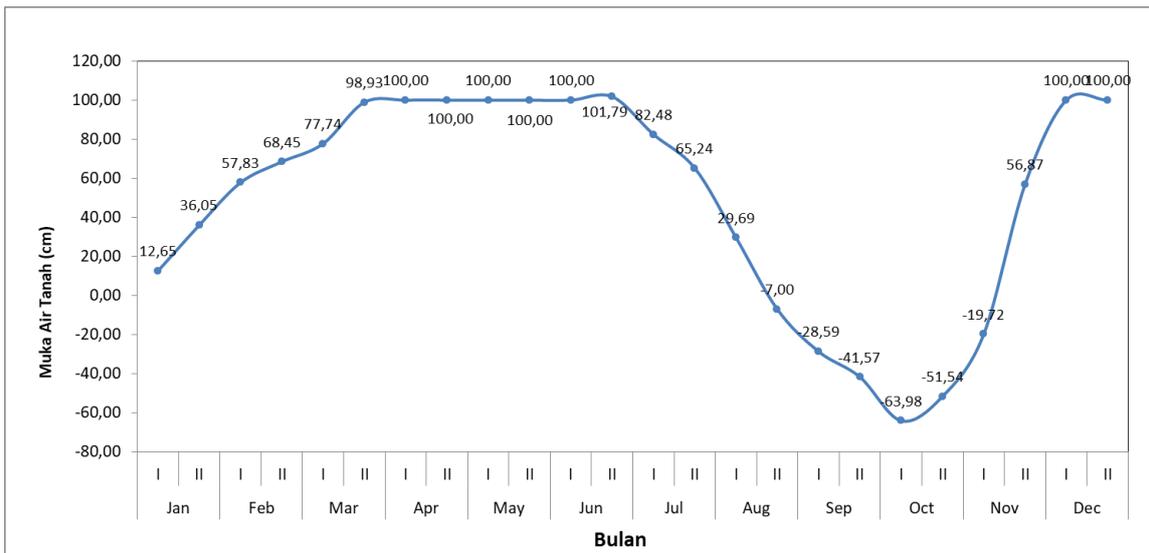
**3) Skenario III: Tahun Kering**

Hasil perhitungan di tahun kering memperlihatkan bahwa muka air rata-rata cenderung berada lebih dari 40 cm di bawah permukaan gambut (Gambar 10). Ini terjadi pada bulan Maret sampai Desember yang berarti bulan-bulan tersebut berpotensi untuk terjadi kebakaran gambut. Kurangnya intensitas hujan menjadi penyebab air di lahan turun hingga batas drainase yaitu di -1,5 m hanya dalam waktu 3 bulan.



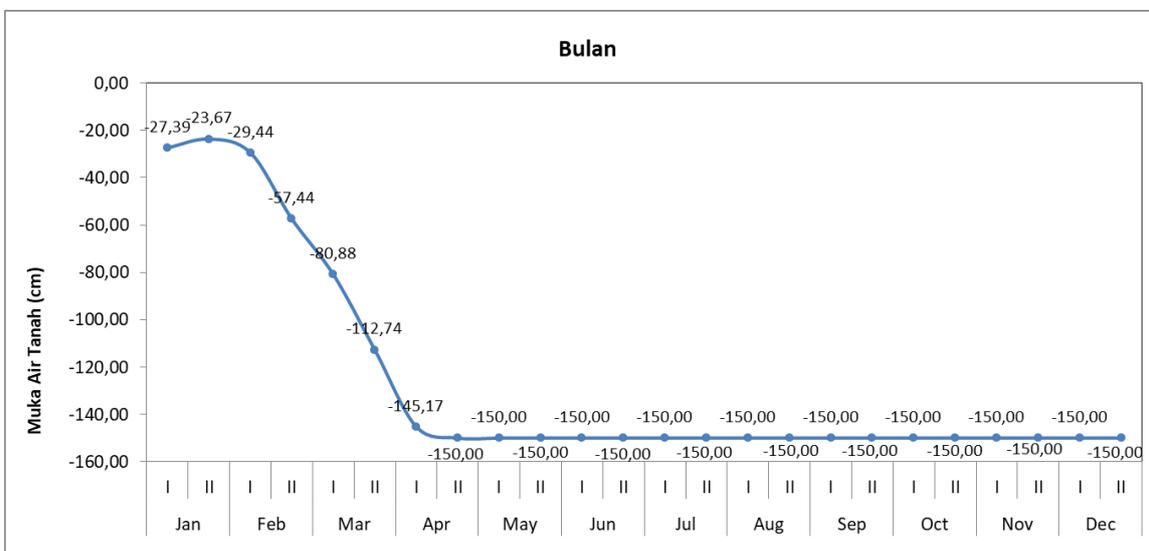
Sumber: Hasil analisis

**Gambar 8** Simulasi tahun 2017



Sumber: Hasil analisis

**Gambar 9** Simulasi tahun normal



Sumber: Hasil analisis

**Gambar 10** Simulasi tahun kering

Ini menunjukkan bahwa dengan membangun tanggul keliling di lahan gambut tidak mampu mengurangi risiko terjadinya kebakaran di tahun kering, akan tetapi di tahun normal dan tahun basah tanggul keliling mampu membatasi drainase berlebihan dan mengurangi risiko terjadinya kebakaran.

**KESIMPULAN**

Dari pembahasan, dapat disimpulkan bahwa metode perhitungan muka air rata-rata yang telah dilakukan untuk Desember pertama tahun 2017 mendekati hasil pengamatan di lapangan. Oleh karena itu, model analisis perhitungan ini dapat digunakan untuk menghitung muka air rata-rata di lahan gambut lain dengan kondisi yang sama.

Muka air rata-rata di tahun normal cenderung berada di atas permukaan gambut kecuali pada bulan Agustus setengah bulan kedua hingga November setengah bulan pertama. Pada tahun normal di bulan September setengah bulan kedua hingga Oktober setengah bulan kedua, level muka air cenderung lebih dari 40 cm di bawah permukaan tanah. Jadi selama 3 bulan itu gambut berpotensi untuk terjadi kebakaran.

Pada bulan kering air cenderung turun sampai ke batas drainase lahan gambut yaitu di -1,5 m. Ini terjadi pada bulan Maret kedua hingga Desember. Pada bulan Februari kedua sampai bulan Desember kedua gambut berpotensi untuk terbakar.

Di tahun normal Tanggul keliling mampu berfungsi sebagai penahan air. Akan tetapi di tahun-tahun kering perlu dilakukan langkah penanganan lain agar kebakaran tidak terjadi, misalnya dengan menambah tabat-tabat di saluran.

Perhitungan dalam tulisan ini tidak dapat diterapkan pada skala yang lebih luas karena dalam gambut dengan skala yang luas, muka airnya berbeda-beda tergantung dari ketebalan gambut dan faktor-faktor lainnya. Untuk skala yang lebih luas sebaiknya menggunakan analisis spasial menggunakan data hasil dari pengamatan langsung di lapangan.

Perlunya dibandingkan antara efektifitas pembangunan tanggul keliling dengan pembangunan tabat atau *drainpile* sebagai upaya untuk mengurangi risiko kebakaran gambut. Selain itu perlunya studi lebih lanjut dari penelitian ini untuk mencari dampak pembangunan tanggul keliling terhadap emisi karbon yang terjadi di lahan gambut.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Balai Litbang Rawa dan Balitbang lingkungan Hidup dan Kehutanan, Kementerian Kehutanan dan Lingkungan Hidup dan Kementerian yang telah mendukung terlaksananya penelitian dan semua pihak yang telah memberi dorongan hingga tersusunnya makalah ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. & Simth, M. (1998). *Crop Evaporation – Guidelines for Computing Crop Water Requirements*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Astiani, D., Burhanuddin, Gusmayanti, E., Widiastuti, T., Taherzadeh, M. J. (2016). Enhancing Water Level of Degraded, Bare, tropical Peatland in West Kalimantan, Indonesia: Impacts on CO<sub>2</sub> Emission from Soil Respiration. *Biodiversitas*, 19(2): 522-527. DOI: 10.13057/biodiv/d190221.
- Azis, Nur. (2014). *Water Management for Peat Swamp Rehabilitation in Sei Ahas, Central Kalimantan, Indonesia*. Master of Science Thesis. UNESCO-IHE Institute for Water Education, Delft, The Netherlands. (Tidak dipublikasi)
- BBSDLP. (2006). *Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Rawa*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Departemen Pertanian.
- BLLHK. (2018). *Presentasi Implementasi 3 R dalam Mendukung Keberhasilan Restorasi Gambut Terintegrasi di Kalteng dan Kalsel*.
- Chow, V.T., Maidment, D.R. and Ways, L.W. (1988). *Applied Hydrology, International Edition*. New York: McGraw Hill Book Company.
- Departemen Permukiman dan Prasarana. (2004). *Pd.T-25-2004-A: Pedoman Konstruksi dan Bangunan: Pengoperasian Waduk Tunggal*.
- Dommain, R., Couwenberg, J., & Joosten, H. (2011). Development and carbon sequestration of tropical peat domes in south-east Asia: links to post-glacial sea-level changes and Holocene climate variability. *Quaternary Science Reviews*, 30(7) 999-1010. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2011.01.018>.
- Hooijer, A., Page, S., Canadell, J. G., Silvius, M., Kwadijk, J., Wösten, H., & Jauhiainen, J. (2010). Current and future CO<sub>2</sub> emissions from drained peatlands in Southeast Asia. *Biogeosciences*, 7, 1505–1514. <https://doi.org/10.5194/bg-7-1505-2010>

- Huijnen, V., Wooster, M.J., Kaiser, J.W., Gaveau, D.L.A., Flemming, J., Parrington, M., Inness, A., Murdiyarso, D., & van Weele, M. (2016). Fire carbon emissions over maritime southeast Asia in 2015 largest since 1997. *Scientific Reports*, 6, 26886. <https://doi.org/10.1038/srep26886>.
- Jaenicke, J., Wösten, H., Budiman, A., & Siegert, F. (2010). Planning hydrological restoration of peatlands in Indonesia to mitigate carbon dioxide emissions. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 15(3), 223-239. <https://doi.org/10.1007/s11027-010-9214-5>
- Page, S., Hosięo, A., Wösten, H., Jauhiainen, J., Silvius, M., Rieley, J., ...Limin, S. (2009). Restoration Ecology of Lowland Tropical Peatlands in Southeast Asia: Current Knowledge and Future Research Directions. *Ecosystems*, 12(6): 888-905. <https://doi.org/10.1007/s10021-008-9216-2>
- Page, S., & Rieley, J. (2016). *Tropical Peat Swamp Forests of Southeast Asia*. In C.M. Finlayson, G. R. Milton, R. C. Prentice, & N. C. Davidson . (Ed.), *The Wetland Book II: Distribution, Description and Conservation (page 1-9)* Dordrecht: Springer Netherlands. [http://doi.org/10.1007/978-94-007-6173-5\\_5-3](http://doi.org/10.1007/978-94-007-6173-5_5-3).
- Page, S.E., Rieley, J.O., & Banks, C.J. (2011). Global and regional importance of the tropical peatland carbon pool. *Global Change Biology*, 17(2): 798-818. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2010.02279.x>
- Putra, E.I., Cochrane, M.A., Vetrita, Y., Graham, L., & Saharjo, B. H. (2016). *Degraded Peatlands, Ground Water Level and severe Peat fire Occurrences*. In 15<sup>th</sup> International Peat Congress. Kuching, Malaysia. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/311824608\\_Degraded\\_peatlands\\_Ground\\_Water\\_Level\\_and\\_severe\\_peat\\_fire\\_occurrences](https://www.researchgate.net/publication/311824608_Degraded_peatlands_Ground_Water_Level_and_severe_peat_fire_occurrences)
- Putra E.I., H. Hayasaka. (2011). The effect of the precipitation pattern of the dry season on peat fire occurrence in the Mega Rice Project area, Central Kalimantan, Indonesia. *Tropics*, 19(4): 145 - 156. <https://doi.org/10.3759/tropics.19.145>
- Putra, E.I., Hayasaka, H., Takahashi, H., & Usup, A. (2008). Recent peat fire activity in the Mega Rice Project Area, Central Kalimantan, Indonesia. *Journal of Disaster Research*, 3(5): 1-8.
- Putra, I.S. (2017). *Optimasi Pola Operasi Waduk wonogiri Pasca Pembangunan Closure Dike untuk Memenuhi Kebutuhan Air Baku dan Listrik* (Tesis Tidak Dipublikasikan). Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung. Bandung..
- Triadi, L. B., Adji, H. F., Dhiaksa, A. (2016). Dampak dinamika muka air tanah pada laju dan waktu subsiden lahan rawa gambut tropika. *Jurnal Teknik Hidraulik*, 7(2): 163-178. <https://doi.org/10.32679/jth.v7i2.566>
- World Bank. (2016). *The Cost of Fire. An Economic Analysis of Indonesia's 2015 Fire Crisis* (Indonesia Sustainable Landscapes Knowledge Note: 1). Washington: World Bank Group. Retrieved from <http://documents.worldbank.org/curated/en/776101467990969768/The-cost-of-fire-an-economic-analysis-of-Indonesia-s-2015-fire-crisis>.
- Wosten, J.H.M., Page, S.E., Limin, S.H. (2007). Implications of Groundwater level Fluctuations for a Tropical Peatland Ecosystem in Southeast Asia. In J. O. Rieley, C.J. Banks, & B. Rajagukguk (Ed.), *Proceedings of International Symposium and Workshop on Tropical Peatland* (pp: 111-115). Leichester: CARBOPEAT, University of Leicester.