



Terbit online pada laman web jurnal : <http://jurnal.sttp-yds.ac.id>

SAINSTEK
(e-Journal)

| ISSN (Print) 2337-6910 | ISSN (Online) 2460-1039 |



SIMULASI MODEL HIDROLIKA DALAM MANAJEMEN TATA KELOLA AIR UNTUK MITIGASI KEBAKARAN LAHAN GAMBUT

Zulkarnain Yusuf¹, Ari Sandhyavitri², Sigit Sutikno³

¹²³Program Studi S2 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel : Sub, 02 September 2019
Diterima Redaksi : 20 November 2019
Revisi Akhir : 11 Februari 2020
Diterbitkan Online : 30 Juni 2020

KATA KUNCI

Curah Hujan, Muka Air Tanah, Prediksi, Pemodelan

KORESPONDENSI

E-mail: zulkarnainyusuf1708@gmail.com

ABSTRACT

Kebakaran hutan dan lahan gambut mengakibatkan bencana asap yang mengancam aspek-aspek kehidupan manusia pada tingkat lokal, nasional, regional, bahkan global. Hilangnya vegetasi dan terbukanya hutan rawa gambut menyebabkan banjir pada musim hujan, mengurangi penyerapan karbon sehingga meningkatkan efek rumah kaca, serta hutan akan kehilangan fungsi pengaturan iklimnya.

Tujuan penelitian permodelan hidrolika untuk pengelolaan tata air kanal gambut dalam rangka menghindari bahaya bencana kebakaran lahan. Langkah pertama yaitu menganalisa kondisi topografi dan hidrologi dari lahan gambut kanal buatan di lokasi, menganalisis dimensi, kondisi layout kanal dan kecepatan arus aliran kanal. Kemudian melakukan analisis hidrolika kanal untuk mengetahui debit air di kanal dalam upaya identifikasi resiko kebakaran. Dan yang terakhir dengan melakukan analisis hidrolika dan pengaturan tata kelola air (penempatan sekat kanal) untuk menjaga tinggi elevasi muka air kanal gambut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa topografi dari daerah aliran Kanal di lahan gambut Meskom merupakan daerah aliran kanal yang sangat landai, kondisi hidrometri kanal yaitu dimensi, elevasi muka air kanal dan kecepatan arus yang diukur menunjukkan variasi pada setiap titik pengukuran (STA 0-STA 8). Kecepatan arus kanal sedikit bervariasi antara 0.11 hingga 0.2 m/s. Analisis simulasi kondisi kanal Meskom dengan beberapa kondisi antara lain :

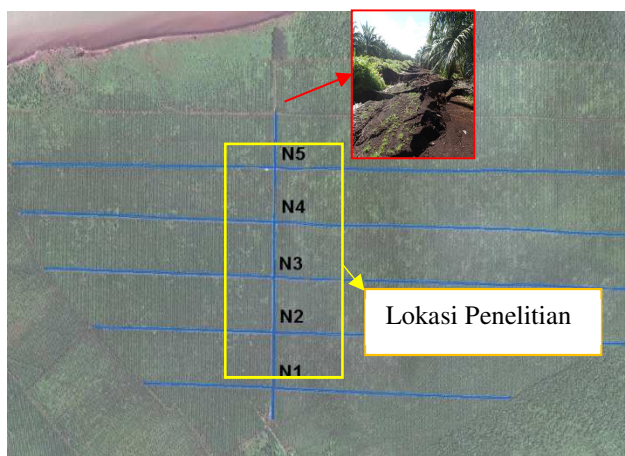
- Elevasi muka air pada sekat kanal eksisting berada pada posisi aman terhadap potensi bahaya kebakaran.
- Penambahan sekat kanal dibagian hulu dari sekat kanal paling hilir tidak merubah elevasi muka air kanal secara signifikan.
- Pada posisi sekat kanal yang dimundurkan dari posisi eksisting menuju ke hulu menunjukkan elevasi muka air kanal berada pada 8.65 m dibagian hulu sekat kanal dan elevasi muka air kanal ke arah hilir mengalami penurunan hingga 7.74 m.
- Elevasi muka air kanal pada posisi tanpa sekat turun menjadi 7.75 m yang rentan terhadap potensi bahaya kebakaran lahan gambut.

1. PENDAHULUAN

Lahan gambut di Indonesia seluas 20 juta hektar atau menduduki urutan ke empat dalam kategori lahan gambut terluas di dunia setelah Kanada, Uni Soviet dan Amerika. Lahan gambut tersebut sebagian besar terdapat di empat Pulau besar yaitu Sumatera 35%, Kalimantan 32%, Sulawesi 3% dan Papua 30% (Wibowo dan Suyatno, 1998). Riau merupakan provinsi dengan lahan gambut terluas di Pulau Sumatera yaitu $\pm 4,04$ juta Ha atau 56,1% dari luas total lahan gambut di Sumatera (Wahyunto et.al, 2003). Lahan gambut merupakan suatu ekosistem yang unik dan rapuh, karena lahan ini berada dalam suatu lingkungan rawa. Gambut sangat berperan penting dalam menjaga keanekaragaman hayati dan

pengaturan iklim. Pembukaan lahan gambut melalui penebangan hutan (*land clearing*) dan drainase yang tidak hati-hati akan menyebabkan penurunan permukaan (*subsidence*) yang cepat, pengeringan yang tidak dapat balik (*irreversible drying*), dan menyebabkan gambut mudah terbakar. Kebakaran hutan dan lahan gambut mengakibatkan bencana asap yang mengancam aspek-aspek kehidupan manusia pada tingkat lokal, nasional, regional, bahkan global. Hilangnya vegetasi dan terbukanya hutan rawa gambut menyebabkan banjir pada musim hujan, mengurangi penyerapan karbon sehingga meningkatkan efek rumah kaca, serta hutan akan kehilangan fungsi pengaturan iklimnya. Indonesia merupakan transmittor utama gas rumah kaca (GRK) yang

berkontribusi terhadap perubahan iklim. Faktor utama penyebab emisi GRK di Indonesia adalah terjadinya deforestasi (penggundulan), degradasi hutan dan lahan gambut akibat kebakaran. Kawasan pesisir timur pulau Sumatera merupakan wilayah yang memiliki lahan gambut yang luas. Seiring dengan perubahan tata guna lahan dan perubahan iklim global menyebabkan perubahan pada kondisi air wilayah gambut. Pada kawasan Desa Meskom kabupaten Bengkalis Riau Sumatera, lahan gambut yang telah berubah menjadi lahan perkebunan sawit milik PT. Meskom Agro Sarimas dan mengalami perubahan yang cukup signifikan. Sebagian lahan mengalami kebakaran pada musim panas dan bagian pesisir utara, lahan gambut mengalami kelongsoran progressif yang menyebabkan hilangnya sebagian daratan gambut (Yamamoto et al., 2016).



Gambar 1. Kelongsoran Lahan Gambut di Area Meskom

Yamamoto (2016) melakukan studi mengenai tata kelola air gambut pada kawasan ini untuk mengantisipasi potensi kebakaran lahan dan potensi keruntuhan gambut (*peat failure*) yang sampai saat ini masih berlangsung hingga erosinya mencapai 40 meter pertahun. Melalui investigasi lapangan dan analisis numerik keseimbangan muka air tanah gambut, disimpulkan bahwa potensi kebakaran meningkat seiring dengan turunnya muka air tanah atau mengeringnya lahan gambut di musim kemarau. Oleh karena itu, untuk menjaga kestabilan lahan dan menjaga agar kecilnya potensi kebakaran, maka elevasi muka air tanah di kanal pada lahan gambut Meskom dikelola agar selalu berada antara elevasi 8,1 m dan 8,5 m diatas permukaan air tanah pada kanal gambut antara 10 cm dan 50 cm dibawah elevasi muka tanah gambut (Yamamoto et al., 2016).

2. TINJAUAN PUSTAKA

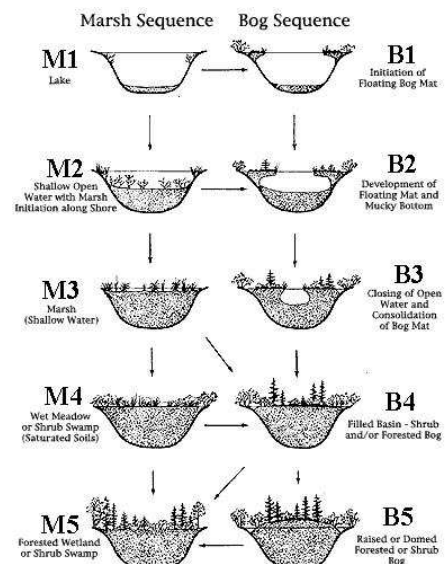
2.1. Sejarah Terjadinya Gambut

Proses pembentukan lahan atau dalam hal ini sering disebut kubah gambut merupakan suatu proses yang sangat lama. Menurut Fahmi & Risnandar (2016), Tanah gambut terdiri dari sisa-sisa pohon, rerumputan,

lumut dan binatang yang telah mati baik yang sudah lapuk maupun belum. Tanah gambut biasanya terbentuk di lingkungan yang basah. Proses dekomposisi di tanah gambut terhambat karena kondisi anaerob yang menyebabkan sedikitnya jumlah organisme pengurai.

Lapisan-lapisan tanah gambut terbentuk dalam jangka waktu yang panjang yaitu sekitar 10.000-5.000 tahun yang lalu. Hutan gambut di Indonesia diduga terbentuk sejak 6.800-4.200 tahun. Semakin dalam tanah gambut semakin tua umurnya. Laju pembentukan tanah gambut berkisar 0-3 mm per tahun.

Proses pembentukan gambut dimulai dari danau yang dangkal yang ditumbuhi tanaman air dan vegetasi lahan basah lainnya. Tumbuhan air yang mati kemudian melapuk dan membentuk lapisan organik di dasar danau. Lapisan demi lapisan terbentuk di atas tanah mineral di dasar danau, lama kelamaan danau menjadi penuh dan terbentuklah lapisan gambut. Lapisan gambut yang memenuhi danau tersebut disebut gambut topogen.



Gambar 2. Proses pembentukan lahan gambut (Geocoaching, 2016)

Tumbuhan masih bisa tumbuh dengan subur di atas tanah gambut topogen. Hasil pelapukan tumbuhan tersebut akan membentuk lapisan baru yang lebih tinggi dari permukaan air danau semula. Membentuk lapisan gambut yang cembung seperti kubah. Tanah gambut yang tumbuh di atas gambut topogen adalah gambut ombrogen. Jenis tanah gambut ini lebih rendah kesuburannya dibanding gambut topogen. Pembentukannya lebih ditentukan oleh air hujan yang mempunyai efek pencucian (*bleaching*) sehingga miskin mineral.

2.2. Karakteristik Gambut

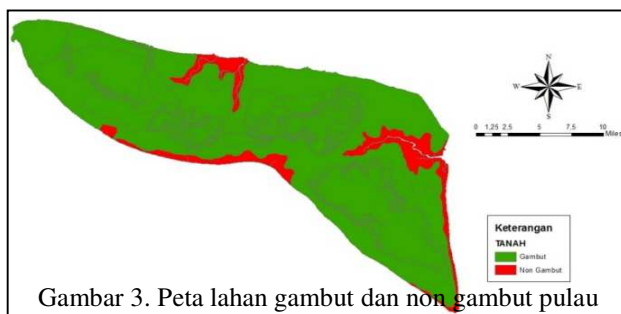
Tanah gambut memiliki kemampuan menyimpan air hingga 13 kali dari bobotnya. Oleh karena itu perannya sangat penting dalam hidrologi, seperti mengendalikan banjir saat musim penghujan dan mengeluarkan cadangan air saat kemarau panjang. Kerusakan yang terjadi pada lahan gambut bisa menyebabkan bencana bagi daerah

sekitarnya (Paavilainen & Päivänen, 1995). Karakteristik fisik dan mekanik dari gambut sangat ditentukan oleh kadar serat dari gambut tersebut dan kadar air nya. Beberapa sifat seperti berat jenis, kuat geser, kompresibilitas baik primer maupun sekunder sangat mempunyai tendensi tertentu sesuai dengan kadar serat dan kadar air gambut tersebut (Duraisamy, Huat, & Aziz, 2007).

Menurut Noor (2002) di dalam Hadi (2006) gambut dapat dibedakan berdasarkan tingkat kematangannya (*decomposition*) yaitu :

- Gambut Fibrik (Mentah)**
Gambut yang belum melapuk, bahan asalnya masih bisa dikenali, berwarna coklat dan jika diremas kandungan seratnya lebih dari >75 %.
- Gambut Hemik (setengah matang)**
Gambut Setengah lapuk, sebagian bahan asalnya masih bisa dikenali, berwarna coklat, dan bila diremas kandungan seratnya berkisar antara 17 % sampai dengan 75 %.
- Gambut Saprik (matang)**
Gambut yang sudah melapuk lanjut dan bahan asalnya tidak dikenali, berwarna coklat tua sampai hitam dan jika diremas kandungan seratnya kurang 17 %.

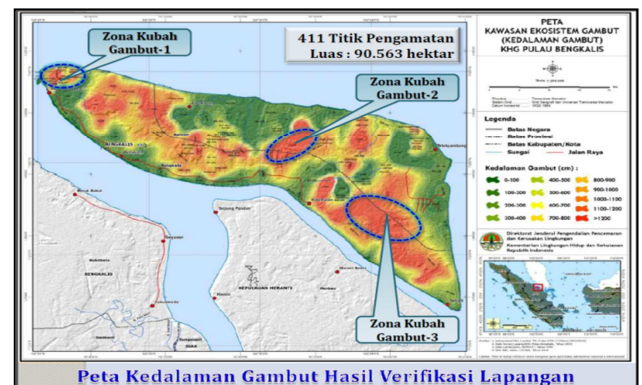
Dalam pemetaan lahan gambut, kelas ketebalan gambut dibagi atau dibedakan sesuai dengan tujuannya. Untuk pengembangan pertanian di lahan rawa pasang surut ketebalan gambut dibagi menjadi < 1 meter diarahkan untuk pengembangan padi sawah, 1-2 meter untuk tanaman pangan/semusim, 2-3 meter untuk tanaman horti, tahunan dan perkebunan, dan gambut ketebalan > 3 m diarahkan untuk kawasan konservasi lingkungan dan peresapan air. Untuk menghitung emisi karbon ketebalan gambut dibedakan menjadi <50 cm, 50-100 cm, 100 –200 cm, 200-400 cm, 400-800 cm dan >800 cm. Untuk pengelolaan lahan gambut berkelanjutan yang rendah emisi ketebalan gambut dibedakan menjadi <1m, 1-3 meter, 3-5 m, 5-7 m dan > 7 m , lahan gambut >3m harus dilindungi (Keputusan Presiden No.21/1990).



Gambar 3. Peta lahan gambut dan non gambut pulau Bengkalis

Sebagian besar tanah yang terdapat di Pulau Bengkalis merupakan tanah gambut. Berdasarkan data shapefile dari Pemda Bengkalis pada tahun 2013, luas tanah gambut yang berada di Pulau Bengkalis mencapai 817,77 Km²

dan untuk non gambut seluas 87,61 Km² (Pemda Bengkalis, 2013). Itu berarti sekitar 90% tanah yang berada di Pulau Bengkalis merupakan tanah gambut.



Gambar 4. Peta Kubah dan Kedalaman Gambut

(Sumber : Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2016), di Pulau Bengkalis terdapat 3 kubah gambut, dimana sebagian besar kubah gambut itu sudah menjadi lahan konsesi dari 2 perusahaan HTI di Pulau Bengkalis, yakni PT. Meskom Agro Sarimas dan PT. Rimba Rokan Lestari. Kedalaman tanah gambut di Pulau Bengkalis bervariasi, dari 0 hingga lebih dari 1200 cm.

2.3. Resiko Kebakaran Vs Muka Air Tanah

Bila muka air tanah gambut tropis ini dipertahankan relatif tinggi dekat permukaan tanah, dan kelembaban tanah yang relatif tinggi, maka diharapkan risiko bencana kebakaran di lahan gambut dapat diminimalisir (Zinck et al., 2012). Kebutuhan air terutama pada area gambut yang telah dibuka dan ditanami, terutama pada musim kering perlu dijaga keseimbangan air agar muka airnya tetap tinggi untuk mengurangi risiko kebakaran gambut (Agus & Subiksa, 2008).

Dalam rangka mengurangi risiko kebakaran di lahan gambut, ada beberapa cara yang dapat ditempuh salah satu langkah strategis dengan cara pengelolaan keseimbangan air yaitu pengembangan model untuk perencanaan pembangunan prasarana keairan (perencanaan kanal blocking, pengaturan dimensi kanal). Penting untuk menjaga keseimbangan air (*water balance*), membasahi lahan gambut atau pengaturan muka air tanah, penetapan satuan wilayah hidrologis yang sesuai dengan tata ruang peruntukannya, pembangunan serial penyimpanan air (*long storage*) untuk penampungan dan pengendalian air pengaturan sekat kanal, pembangunan tanggul-tanggul sepanjang saluran air agar efektif dalam mengurangi risiko kebakaran lahan gambut (Agus & Subiksa, 2008 dan Darmanto, 2015).

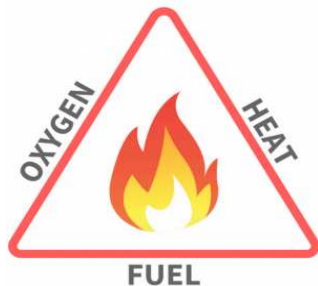
Melalui investigasi lapangan dan analisis numerik keseimbangan muka air tanah gambut, disimpulkan bahwa potensi risiko kebakaran meningkat seiring dengan turunnya muka air tanah atau mengeringnya lahan gambut di musim kemarau. Oleh karena itu, untuk menjaga kestabilan lahan dan menjaga agar kecilnya potensi risiko

kebakaran, maka elevasi muka air tanah di kanal pada lahan gambut dikelola agar selalu berada antara elevasi 8,1 m dan 8,5 m diatas permukaan air tanah, pada kanal gambut antara 10 cm dan 50 cm dibawah elevasi muka tanah gambut (Yamamoto et al., 2016).

2.5. Kebakaran Hutan dan Lahan

Definisi kebakaran dapat dilihat berdasarkan lokasi tempat kebakaran itu terjadi, dengan melihat hal tersebut kebakaran hutan merupakan kejadian pembakaran yang penjarannya bebas pada areal yang tidak direncanakan serta mengkonsumsi bahan bakar alam dari hutan (Saharjo, 2003). Syaufina (2008) menegaskan bahwa kebakaran hutan merupakan kejadian dimana api melalap bahan bervegetasi yang terjadi didalam kawasan hutan yang menjaral secara bebas dan tidak terkendali, sedangkan kebakaran lahan terjadi di kawasan non hutan baik berupa kawasan perkebunan maupun kawasan pertanian. Api merupakan fenomena alam yang dihasilkan dari kombinasi yang cepat antara oksigen dengan suatu bahan bakar yang terjelma dalam bentuk panas, cahaya dan nyala. Tiga komponen diperlukan untuk setiap api agar dapat menyala dan mengalami proses pembakaran (Adinugroho, Suryadiputra, Saharjo, & Siboro, 2004)

Pertama harus tersedia bahan bakar yang dapat terbakar. Kedua, panas yang cukup digunakan untuk menaikkan suhu bahan bakar hingga ke titik penyalan. Ketiga, udara diperlukan untuk mensuplai oksigen agar proses pembakaran tetap berjalan dan untuk mempertahankan suplai panas sehingga memungkinkan penyalan bahan bakar yang sulit terbakar. Ketiga unsur itu adalah bahan bakar, panas, dan oksigen yang memungkinkan timbulnya api, disebut segitiga api (*Fire Triangle*) seperti pada Gambar 5..



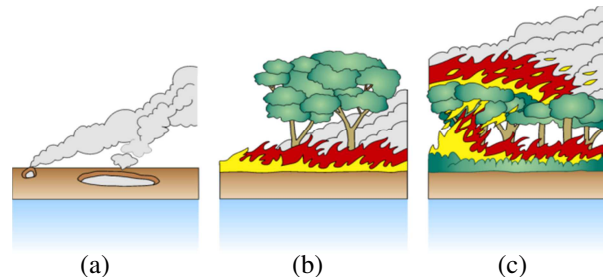
Gambar 5. Prinsip Segitiga Api

Api hanya dapat terjadi bila ketiga komponen di atas berada pada saat yang bersamaan atau tidak ada api sama sekali. Untuk itu maka prinsip dasar dalam usaha pengendalian kebakaran hutan dilakukan dengan cara memutus salah satu dari ketiga komponen tersebut. Mengurangi komponen bahan bakar dan panas dengan berbagai teknik sering dilakukan untuk mengendalikan kebakaran hutan.

Hadi (2006) menjelaskan bahwa berdasarkan sumber apinya kebakaran hutan dibedakan menjadi 3 jenis yaitu :

- Kebakaran bawah permukaan, kebakaran ini disebabkan oleh terbakarnya lapisan batubara, bauksit dan bahan organik (gambut) yang ada dilapisan bumi.

- Kebakaran permukaan, kebakaran yang paling banyak terjadi karena terbakarnya belukar, limbah pembalakan, rerumputan, tonggak pohon, daun dan ranting (yang jatuh dan menutupi permukaan tanah). Kecepatan meluasnya kobaran api dipermukaan tanah sangat dipengaruhi oleh bentuk tanah dan cuaca (terutama angin).
- Kebakaran tajuk dan batang, kebakaran ini terjadi karena terbakarnya pohon (ranting – daun) yang diakibatkan oleh api loncat (*spot fire*) yang umumnya timbul pada saat terjadinya kebakaran permukaan. Pada tipe ini arah dan kecepatan penjaralan api sangat dipengaruhi angin sehingga api menjaral dengan cepat, sulit dikendalikan, dan dapat menghasilkan api loncat (Syaufina, 2008).



Gambar 6. (a) Kebakaran bawah permukaan (b) Kebakaran di atas permukaan (c) Kebakaran tajuk dan batang.

Penyebab kebakaran hutan dan lahan di provinsi Riau, hampir sebagian besar disebabkan oleh manusia baik sengaja maupun tidaksengaja, sedangkan faktor alam hanya memegang peranan yang sangat kecil yaitu hanya 1%.

a. Faktor Alam

Faktor alami kebakaran hutan dan lahan diantaranya terjadi karena petir. Petir merupakan faktor penyebab kebakaran yang penting di negara-negara subtropis. Sedangkan di negara tropis jarang mengalami kebakaran karena faktor alam dimana terjadinya petir bersamaan dengan terjadinya hujan. Hasilnya percikan api dari petir yang mengenai bahan bakar tidak dapat berkembang dan menjaral ke bagian yang lebih luas. Lokasi hutan yang berdekatan dengan gunung berapi juga beresiko terhadap kebakaran hutan karena udara yang dihasilkan dapat mengeringkan bahan bakar sehingga kemampuan bahan bakar untuk terbakar menjadi meningkat. Kebakaran hutan bisa disebabkan gejala alam seperti petir, tapi kebanyakan yang melanda hutan produktif, perkebunan dan ladang disebabkan oleh nyala api yang dilakukan manusia pada saat penyiapan lahan, kurang sempurna mematikan api dan kesengajaan pembakaran. Sedangkan unsur yang memperluas kebakaran hutan sangat dipengaruhi oleh faktor alam. (Miyakawa, 1998 diacu dalam Akihiro 2000). (Jaya, 2003) menambahkan faktor pendukung terjadinya kebakaran hutan dipengaruhi oleh

kondisi iklim, fisik, sosial, ekonomi dan budaya masyarakat.

- b. Faktor Manusia Menurut penelitian CIFOR/ICRAF disepuluh lokasi penelitian menunjukkan penyebab langsung kebakaran hutan dan lahan di Indonesia adalah api digunakan dalam pembukaan lahan, api digunakan sebagai senjata dalam permasalahan konflik tanah, api menyebar secara tidak sengaja, dan api yang berkaitan dengan ekstraksi sumberdaya alam. Sedangkan penyebab kebakaran secara tidak langsung yaitu penguasaan lahan, alokasi penggunaan lahan, alokasi penggunaan lahan, insentif/disinsentif ekonomi, degradasi hutan dan lahan, dampak dari perubahan karakteristik kependudukan, dan lemahnya kapasitas kelembagaan.

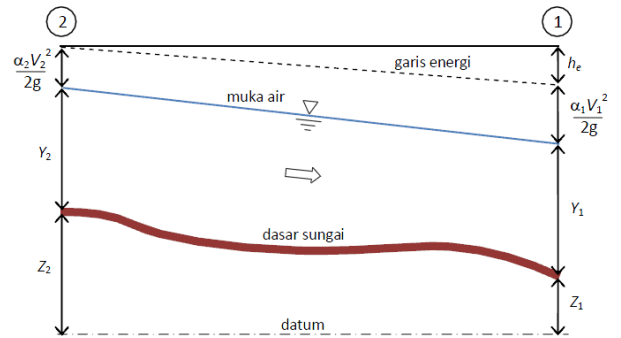
2.7 Program Aplikasi Hec-Ras atau Hydrologic Engineering Center (HEC) River Analysis System (RAS).

HEC-RAS merupakan program aplikasi untuk memodelkan aliran di sungai, River Analysis System (RAS), yang dibuat oleh Hydrologic Engineering Center (HEC) yang merupakan satu divisi di dalam Institute for Water Resources (IWR), di bawah US Army Corps of Engineers (USACE). HEC-RAS merupakan model satu dimensi aliran permanen maupun tak permanen (*steady and unsteady one-dimensional flow model*). HEC-RAS Versi 4.1 memiliki empat komponen model satu dimensi:

- a. hitungan profil muka air aliran permanen
- b. simulasi aliran tak permanen
- c. hitungan transpor sedimen
- d. hitungan kualitas air.

Satu elemen penting dalam HEC-RAS adalah keempat komponen tersebut memakai data geometri yang sama, *routine* hitungan hidraulika yang sama, serta beberapa fitur desain hidraulik yang dapat diakses setelah hitungan profil muka air berhasil dilakukan. HEC-RAS merupakan program aplikasi yang mengintegrasikan fitur *graphical user interface*, analisis hidraulik, manajemen dan penyimpanan data, grafik, serta pelaporan.

Gambar 7 mengilustrasikan profil aliran yang menunjukkan komponen aliran saluran atau kanal sesuai dengan suku-suku pada persamaan energi. Tampak bahwa kedalaman aliran diukur ke arah vertikal. Hal ini membawa konsekuensi bahwa hitungan profil muka air dengan HEC-RAS hanya cocok untuk kasus alur kanal dan saluran yang memiliki kemiringan dasar kecil.



Gambar 7. Aliran Berubah Beraturan

Kapasitas Angkut Tampang

Kapasitas angkut dan kecepatan rata-rata di suatu tampang dihitung dengan membagi tampang menjadi beberapa bagian; di setiap bagian, kecepatan terbagi merata. Bagian-bagian tersebut dikelompokkan menjadi tiga alur yaitu alur kiri (*left overbank*), alur utama (*main channel*), dan alur kanan (*right overbank*). Alur kiri ataupun kanan dapat terdiri dari beberapa bagian, sedangkan alur utama umumnya terdiri dari satu bagian tampang. Satu nilai koefisien Manning n ditetapkan di setiap bagian tampang tersebut. Di setiap bagian tampang, kapasitas angkut dihitung dengan memakai persamaan Manning berikut:

$$Q = K S_f^{1/2} \quad \text{..... (Persamaan 2.1)}$$

$$K = \frac{1}{n} A R^{2/3} \quad \text{..... (Persamaan 2.2)}$$

Dalam persamaan tersebut :

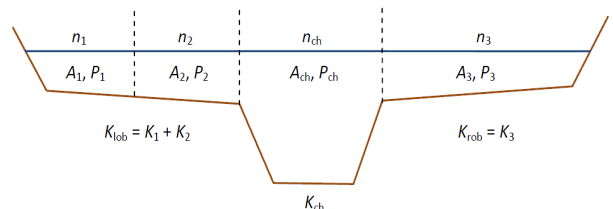
K = kapasitas angkut tiap bagian tampang,

n = koefisien kekasaran Manning tiap bagian tampang,

A = luas tampang basah tiap bagian tampang,

R = radius hidraulik tiap bagian tampang.

Kapasitas angkut total suatu tampang adalah jumlah kapasitas angkut seluruh bagian tampang (lihat gambar 8).



Gambar 8. Pembagian Tampang Untuk Keperluan Hitungan Kapasitas Angkut

Persamaan Aliran Tak Permanen

Paparan mengenai persamaan aliran tak permanen pada Seksi ini, khususnya paparan menyangkut teknik penyelesaian persamaan aliran, mengacu sepenuhnya

pada paparan yang diberikan pada HEC-RAS Hydraulic Reference Manual (Hydrologic Engineering Center, 2010)

Berbagai cara telah dilakukan untuk memodelkan permasalahan aliran melalui alur utama dan bantaran. Salah satu cara adalah pengabaian kapasitas angkut bantaran dan menganggap bahwa bantaran hanya berfungsi sebagai tampungan. Cara ini cocok untuk sungai-sungai atau kanal yang alurnya dibatasi tanggul dan bantarannya merupakan kawasan bervegetasi lebat atau merupakan sebuah kawasan tampungan (*off-channel storage*). (Barkau, 1982). Debit terbagi ke kedua tampang berdasarkan kapasitas angkut (*conveyance*) masing-masing tampang yaitu:

$$Q_c = \phi Q \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.3})$$

Arti notasi variabel dalam persamaan di atas adalah:

Q_c = debit aliran melalui alur utama
(*channel*),

Q = debit total aliran,

dengan

$$\phi = K_c / (K_c + K_f) \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.4})$$

K_c = kapasitas angkut tampang alur utama,

K_f = kapasitas angkut tampang bantaran.

Dalam kedua persamaan di atas, subskrip *c* mengacu pada alur utama dan subskrip *f* mengacu pada bantaran. Persamaan di atas dijabarkan dengan pendekatan beda hingga implisit dan persamaan yang diperoleh diselesaikan dengan cara iterasi Newton-Raphson. Sehingga dapat disimulasikan disain penampang saluran/kanal, sekat kanal, dan panjang kanal dalam memanajemen tinggi muka air di lahan gambut.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di kawasan kanal utama gambut di perkebunan sawit PT. Meskom Agrimas, desa Meskom, Kabupaten Bengkalis. Kawasan ini berada di bagian utara pulau Bengkalis. Inspeksi kondisi lapangan telah beberapa kali dilakukan seperti ditunjukkan pada Gambar 3.1, tepatnya dilokasi Pulau Bengkalis yang merupakan lahan perkebunan sawit milik PT. Meskon Agro Sarimas.



Gambar 9. Inspeksi Kondisi Kawasan Gambut dan Kanal di desa Meskom, Bengkalis

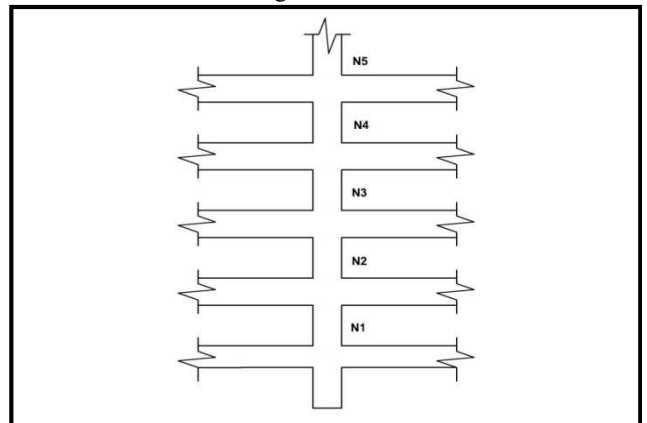
(Sumber : Penelitian Yamamoto 2016)

3.2. Pengumpulan Data

Data-data yang diperlukan untuk penelitian pemodelan hidrolika pengelolaan tata air tanah kanal gambut ini terdiri dari beberapa data sebagai berikut:

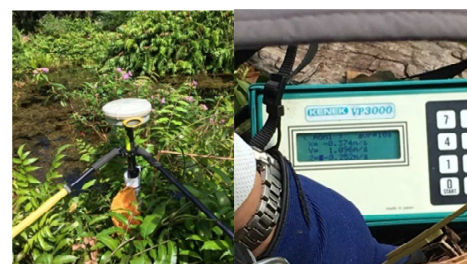
- Kondisi dan karakteristik umum gambut di lokasi
- Kondisi dan dimensi kanal gambut
- Data hidrometri (arus, elevasi muka air kanal)

Pengumpulan data-data lapangan telah dilakukan sebelumnya. Data-data lapangan (data primer) meliputi investigasi kondisi gambut, pengukuran dimensi kanal gambut dan pengukuran hidrometri kanal (arus air dan elevasi muka air kanal) dilakukan bersama tim peneliti gabungan dari Universitas Miyazaki, Jepang, Universitas Riau dan Politeknik Bengkalis.



Gambar 10. Sketsa Kanal yang terdapat di Meskom

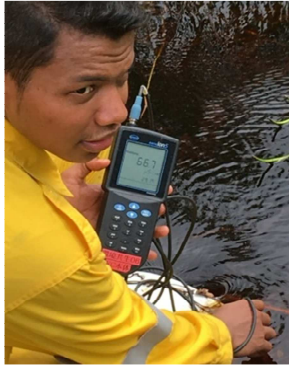
Pengukuran elevasi, dimensi dan hidrometri kanal gambut dilakukan dengan peralatan yang modern meliputi alat pengukuran GPS total station, pengukur arus elektronik dan echo sounder kecil. Proses pengukuran elevasi, dimensi dan arus kanal gambut dapat dilihat pada gambar berikut.



(a)



(b)

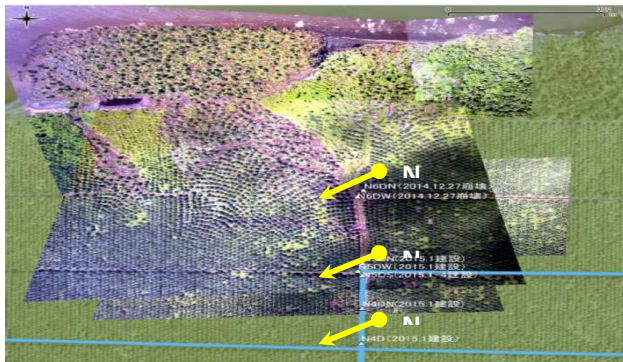


(c)

Gambar 11. Pengukuran lapangan (a) Peralatan ukur posisi dan elevasi (b) pengukuran dimensi kanal (c) pengukuran arus air kanal
(Sumber : Penelitian Yamamoto 2016)

4. PEMBAHASAN

Alur aliran kanal yang diteliti pada studi ini merupakan aliran kanal induk dari enam cabang aliran kanal yang menyatu hampir tegak lurus kekanal induk ini. Dari enam cabang aliran kanal tersebut, dua cabang paling utara (ujung) menuju ke laut telah mengalami kerusakan akibat kelongsoran badan tanah gambut yang meliputi wilayah yang cukup luas



Gambar 13. Kerusakan Lahan Akibat Kelongsoran Badan Gambut Pada Daerah Dua Cabang Kanal yang Menuju ke Laut
(Sumber : Penelitian Yamamoto 2016)

Oleh karena itu, penelitian difokuskan pada bagian awal kanal hingga sedikit melewati cabang aliran kanal ke empat dimana sekat kanal ujung dibangun (kondisi existing). Untuk memudahkan identifikasi posisi titik pengamatan lapangan, cabang-cabang kanal tersebut diberi nama N1, N2, N3 dan N4. Kondisi topografi dikawasan aliran kanal merupakan lahan kemiringan yang sangat landai (hampir datar) dengan kemiringan lahan kurang dari 1/1000. Lahan tersebut merupakan lahan perkebunan sawit dengan kondisi tanah permukaan merupakan gambut dengan kedalaman lebih kurang 1.5 meter. Ketebalan gambut di area ini dikategorikan sebagai ketebalan gambut sedang (KK-PLGN, 2006).

Tabel 1. Hasil Pengukuran Koordinat dan Elevasi Muka Air pada Titik-Titik STA

STA	Koordinat (UTM)		Jarak Antar STA	Elevasi Muka Air
	Easting	Northing	(m)	(m)
0/1	168580.8	176686.4	STA 1 ke 2: 40.79	8.4460
2	168585.3	176645.6	STA 2 ke 3: 225.7	8.6701
3	168583.6	176419.9	STA 3 ke 4: 58.52	8.6679
4	168584.2	176361.4	STA 4 ke 5: 205.22	8.6982
5	168581.7	176156.2	STA 5 ke 6: 49.35	8.7043
6	168575.9	176106.9	STA 6 ke 7: 217.71	8.6707
7	168573.7	175889.1	STA 7 ke 8: 30.75	8.6694
8	168573.4	175858.4	STA 8 ke 9: 30.75	8.6537

Kecepatan arus kanal telah diukur dan perhitungan debit aliran kanal untuk setiap STA dihitung secara teoritis dengan menggunakan persamaan Manning (persamaan 2.3 dan persamaan 2.4).

Tabel 2. Data Kecepatan dan Debit Aliran Kanal

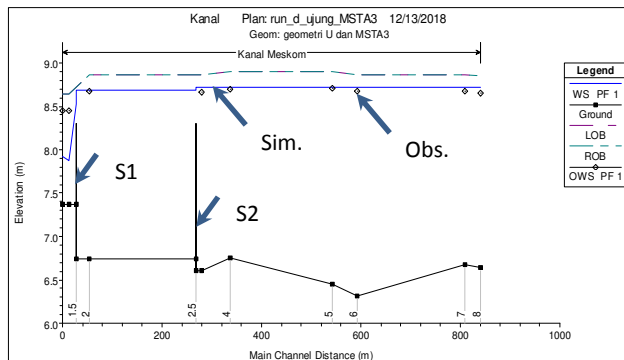
STA	Koordinat (UTM)		Kecepatan Arus
	Easting	Northing	(m/s)
0/1	168580.8	176686.4	0.19
2	168585.3	176645.6	0.18
3	168583.6	176419.9	0.16
4	168584.2	176361.4	0.17
5	168581.7	176156.2	0.12
6	168575.9	176106.9	0.19
7	168573.7	175889.1	0.20
8	168573.4	175858.4	0.11

Untuk analisis pengelolaan sekat kanal, maka pemodelan aliran kanal Meskom dilakukan dengan empat simulasi aliran kanal dengan variasi sekat kanal, yaitu simulasi sekat kanal kondisi eksisting (sekat pada bagian hilir aliran kanal yang diobservasi), simulasi aliran tanpa sekat kanal yang dinamai dengan aliran kanal *free flow*, simulasi variasi sekat kanal pada posisi STA. 3 dan simulasi penerapan dua sekat kanal pada STA 3.

4.1. Simulasi Aliran Tanpa Sekat Kanal (*Free Flow*)

Simulasi pertama untuk melihat kondisi muka air kanal terhadap variasi sekat kanal, dilakukan dengan

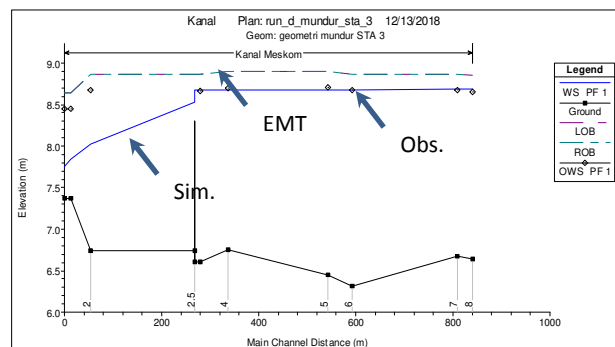
simulasi aliran kanal tanpa sekat kanal (*free flow*). Dalam hal ini, sekat kanal eksisting diasumsikan tiada. Gambar 14. menunjukkan potongan memanjang kanal hasil analisis. aliran tanpa sekat kanal. Hasil analisis HEC-RAS menunjukkan muka air kanal turun secara drastis dari kondisi eksisting. Elevasi muka air kanal rata-rata berada sekitar 8 m dari STA 8 hingga ke STA 2. Setelah itu muka air kanal menurun lagi hingga ke elevasi 7.75 m pada STA 0. Mengacu pada rekomendasi dari (Yamamoto et al., 2016), elevasi muka air kanal tanpa sekat ini termasuk rawan terhadap potensi bahaya kebakaran lahan gambut.



Gambar 14. Potongan memanjang Hasil simulasi Aliran Tanpa Sekat Kanal (*Free Flow*)

4.2. Simulasi Aliran Kanal dengan Sekat di Posisi STA 3

Variasi selanjutnya dilakukan dengan simulasi aliran kanal dengan sekat kanal dipindahkan pada lokasi sangat dekat dengan STA.3. Hasil simulasi mendeskripsikan bahwa muka air kanal rata-rata berada pada elevasi 8.65 m di bagian hulu sekat kanal (bagian hulu dari STA 3). Setelah melewati sekat kanal pada STA 3, muka air kanal mengalami menurun hingga ke elevasi 7.75 m pada STA 0. Dari analisis HE-CRAS ini dapat diamati bahwa perubahan posisi sekat kanal tidak signifikan untuk menaikkan elevasi muka air kanal dibelakang atau di bagian hulu sekat kanal. Disamping itu, elevasi muka air kanal di bagian hilir sekat menurun hingga elevasi muka air kanal yang rawan terhadap potensi kebakaran.



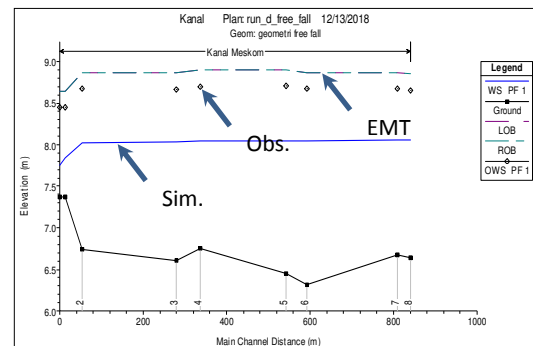
Gambar 15. Potongan memanjang Hasil simulasi Aliran dengan Sekat Kanal pada STA 3.

4.3. Simulasi Aliran Kanal dengan 2 Sekat Kanal (Posisi Eksisting dan STA 3)

Simulasi selanjutnya dilakukan dengan memasang sekat kanal di dua lokasi yaitu pada posisi kondisi eksisting dan pada posisi STA 3. Gambar 4.18 menunjukkan gambar potongan memanjang hasil analisis HE-CRAS untuk aliran dengan dua sekat kanal. Elevasi muka air kanal relatif hampir sama dengan jika memasang satu sekat kanal di bagian ujung atau hilir kanal yang diamati (kondisi eksisting). Elevasi muka air kanal di hulu sekat kanal pertama (sekat kanal di STA 3) berada pada elevasi sekitar 8.72 m.

Pada bagian hilir sekat kanal pertama (sekat kanal STA 3), elevasi muka air kanal sedikit menurun menjadi sekitar 8.65 m hingga ke sekat kanal paling ujung (sekat kanal kondisi eksisting). Setelah melewati sekat kanal ujung (kondisi eksisting), elevasi muka air kanal turun hingga ke elevasi 7.90 pada STA 0.

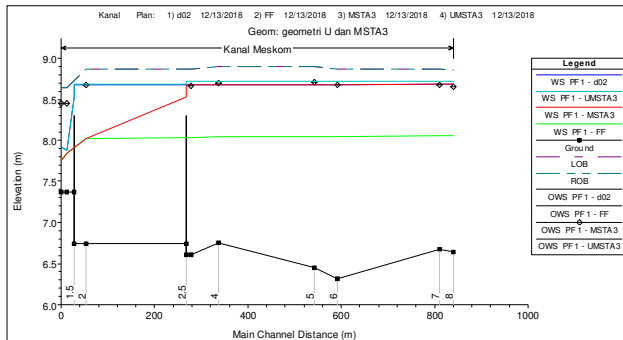
Hasil analisis HE-CRAS untuk aliran kanal dengan pemasangan dua sekat kanal dengan kondisi kemiringan energi potensial atau kemiringan kanal yang sangat landai dan aliran kanal permanen menunjukkan bahwa elevasi muka air kanal masih berada pada elevasi yang aman terhadap potensi kebakaran dan potensi kelongsoran. Namun demikian, penambahan sekat kanal di bagian hulu kanal tidak memberikan perubahan signifikan terhadap kenaikan elevasi muka air kanal. Sehingga pemasangan sekat kanal di ujung kanal dengan elevasi muka sekat kanal yang sesuai relatif sudah dapat mengatasi potensi bahaya kebakaran dan kelongsoran lahan gambut.



Gambar 16. Potongan Memanjang Hasil Simulasi Aliran dengan 2 Sekat Kanal (Posisi Eksisting dan STA 3)

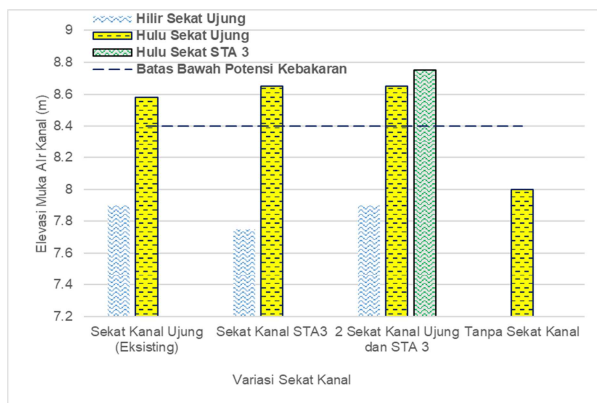
4.4. Analisis Perbandingan Aliran Kanal Dengan Variasi Sekat Kanal

Dari keempat simulasi aliran sekat kanal dengan variasi pemasangan sekat kanal, dilakukan analisis perbandingan terhadap elevasi muka air kanal. Gambar 17 menunjukkan elevasi-elevasi muka air kanal dengan empat variasi pemasangan sekat kanal. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa elevasi muka air kanal relatif tidak berubah dengan perubahan pemasangan sekat kanal kecuali jika kanal tidak disekat. Elevasi muka air kanal berubah atau dalam hal ini turun secara signifikan dibagian hilir sekat kanal yang paling ujung (paling hilir).



Gambar 17. Perbandingan Potongan Memanjang Elevasi Muka Air Kanal terhadap Variasi Pemasangan Sekat Kanal

Elevasi muka air kanal, dengan satu atau dua sekat yang salah satunya ditempatkan diujung kanal dengan elevasi muka sekat kanal yang disesuaikan, berada dalam kondisi aman terhadap bahaya potensi kebakaran lahan dan kelongsoran seperti pada gambar 18.



Gambar 18. Posisi Elevasi Muka Air Kanal terhadap Variasi Sekat Kanal

Untuk kasus analisis kanal Meskom ini, dimana kemiringan kanal sangat landai dan aliran kanal diasumsikan aliran permanen, potensi bahaya kebakaran muncul jika kanal tidak disekat dengan elevasi muka kanal yang disesuaikan dengan rekomendasi antara 10 cm hingga 50 cm dibawah elevasi muka tanah di sisi kanal atau sekat kanal tidak berfungsi dengan baik yang menyebabkan turunnya elevasi muka air kanal. Pemasangan satu sekat kanal dibagian paling ujung (paling hilir) kanal, dipertimbangkan sudah memadai untuk mengantisipasi potensi bahaya kebakaran lahan gambut.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan :

1. Topografi dari daerah aliran Kanal di lahan gambut Meskom merupakan daerah aliran kanal yang sangat landai (kemiringan energi potensial 0,0001/ 1%) yang terdiri dari satu kanal utama dengan enam cabang-cabang kanal dengan posisi tegak lurus terhadap kanal utama.

2. Kondisi hidrometri kanal yaitu dimensi, elevasi muka air kanal dan kecepatan arus yang diukur menunjukkan variasi pada setiap titik pengukuran (STA 0-STA 8). Dimensi kanal merupakan bentuk alami yang bervariasi signifikan pada tiap lokasi STA kecuali untuk STA 0 dan STA 1. Kecepatan arus kanal sedikit bervariasi antara 0.11 hingga 0.2 m/s.
3. Analisis kondisi kanal Meskom dengan kondisi eksisting dan dengan asumsi aliran permanen menunjukkan bahwa elevasi muka air kanal berada pada posisi aman terhadap potensi bahaya kebakaran yaitu 8.58 m dari MSL.
4. Hasil analisis kanal meskom sebagai berikut :
 - a. Untuk kondisi kanal Meskom yang kemiringannya sangat landai dan asumsi aliran permanen, pemasangan satu sekat kanal pada posisi ujung (paling hilir) sudah memadai untuk mengantisipasi bahaya potensi kebakaran lahan.
 - b. Penambahan sekat kanal dibagian hulu dari sekat kanal paling hilir tidak merubah elevasi muka air kanal secara signifikan.
 - c. Elevasi muka air kanal pada posisi tanpa sekat turun menjadi 7.75 m yang rentan terhadap potensi bahaya kebakaran lahan gambut.
 - d. Kerusakan pada sekat kanal ujung atau kondisi sekat kanal ujung yang tidak berfungsi dengan baik dapat menurunkan elevasi muka air kanal dan meningkatkan potensi bahaya kebakaran lahan gambut.

DAFTAR PUSTAKA

- Adinugroho, W. C., Suryadiputra, I., Saharjo, B. H., & Siboro, L. (2004). *Panduan Pengendalian Kebakaran Hutan dan Lahan Gambut*. Bogor: Wetland International.
- Akihiro, K. (2000). *Manual Dasar-Dasar Pengendalian Kebakaran*. Bogor: Departemen Kehutanan dan JICA.
- Anonim. (2016). RPJMD Kabupaten Bengkalis 2010-2015. Bengkalis: Pemerintahan Kabupaten Bengkalis.
- BPS Bengkalis. (2016). Kecamatan Bengkalis dalam Angka 2016. Bengkalis.
- Duraisamy, Y., Huat, B. B. ., & Aziz, A. A. (2007). Engineering Properties and Compressibility Behavior of Tropical Peat Soil. *American Journal of Applied Sciences*, 10(4), 768–773.
- Fahmi, A., & Risnandar, C. (2016). Lahan Gambut. *Geocoaching*. (2016).
- Hadi, M. (2006). *Pemodelan Spasial Kerawanan*

Kebakaran di Lahan Gambut : Studi kasus Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau. Institut Pertanian Bogor.

Hydrologic Engineering Center. (2010). *HEC-RAS River Analysis System*. US Army Corps of Engineers.

Jaya, I. N. S. (2003). *Pengetahuan Dasar Pengendalian Kebakaran Hutan*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2016). *Peta Indikatif Penetapan Fungsi Lindung dan Fungsi Budidaya Ekosistem Gambut 5 KHG Prioritas di Provinsi Riau dan Kalimantan Barat*. Jakarta.

KK-PLGN, (2006). *STRATEGI DAN RENCANA TINDAK NASIONAL PENGELOLAAN LAHAN GAMBUT BERKELANJUTAN*. Jakarta.

Paavilainen, E., & Päivänen, J. (1995). *Peatland Forestry: Ecology and Principles*. Springer.

Pemda Bengkalis. (2013). *Peta Gambut Pulau Bengkalis*. Bengkalis. Pusat, M., Inventarisasi, T., Alam, S., & Jl, B. (2011). *Studi pewilayahan dalam rangka pengelolaan lahan gambut berkelanjutan di provinsi riau, 13(2), 88–94*.

Saharjo, B. (2003). *Klasifikasi Tipe Bahan Bakar Pada Kebakaran Hutan dan Lahan di Indonesia*. Bogor: Fakultas Kehutanan IPB.

Syaufina, L. (2008). *Kebakaran hutan dan Lahan di Indonesia: Perilaku Api, Penyebab dan Dampak Kebakaran*. Malang: PT. Bayu Media.

Tacconi, L. (2003). *Fires in Indonesia : Causes , Costs and Policy Implications*.

Topik A1 - Lahan gambut di Indonesia di Indonesia (istilah/definisi, klasifikasi, luasan, penyebaran dan pemutakhiran data spasial lahan gambut 1. (n.d.)

Yamamoto, K., Watanabe, T., Basir, N., Kohyama, A., Suzuki, M., Sutikno, S., ...

Sandhyavitri, A. (2016). *The effect of the water table on the peat failure of the northern area of the Pt. Meskom Agro Sari Mas Bengkalis*