

## PELUANG UNTUK MENGURANGI BAHAYA KEBAKARAN DI HTI LAHAN BASAH: MODEL PENDEKATAN PENGELOLAAN AIR

Muh Taufik, Budi I. Setiawan, Lilik B. Prasetyo, Nora H. Pandjaitan, dan Suwarso

Departemen Geofisika dan Meteorologi  
Institut Teknologi Bogor

Naskah diterima : 6 Mei 2010 - Revisi terakhir 28 Juli 2010

### Abstract

*Efforts to anticipate and overcome fire occurrence in wetland wood industries are not effective to reduce fire occurrence in dry season. This paper presents our research in Sebangun Bumi Andalas Wood Industries (SBAWI), South Sumatra that aims to (a) find effective water table depth to reduce fire danger, and (b) propose forest management schemes based on water management to reduce fire danger. We monitored daily rainfall, air temperature, and water table depth for period of 1 April 2009 to 11 May 2010 for data input to our model. Fire danger rating was assessed using KBDI model that have been modified to meet local condition of SBAWI, South Sumatra. The results showed that KBDI reached extreme level in August and September 2009 when rainfall was low. Using an analysis of time intensity curve (TI curve) of KBDI, we obtained KBDI onset rate was 12/day. Critical water table depth that is able to reduce KBDI value was 0.66m. The more water table depth than this value, the more KBDI value was. The onset rate was used as basis for water management option to maintain water table depth less than the critical value. Several water management options were described in this paper based on fire danger level and season.*

**Keywords:** KBDI, TI curve, onset rate, critical depth, SBAWI

### I. PENDAHULUAN

Kebakaran hutan di Indonesia telah menyita perhatian dunia internasional mengingat dampak yang ditimbulkan terhadap lingkungan. Kebakaran hutan memberikan dampak yang besar bagi degradasi ekologi dan lingkungan seperti kerusakan pada biodiversiti<sup>1</sup>, perubahan pada komposisi dan struktur hutan<sup>2</sup>, dan dapat berpengaruh terhadap iklim global<sup>3</sup>. Sebagai contoh, pada kejadian kebakaran hutan tahun 1997, wilayah Jambi menyumbang sekitar 7 MT Carbon ke atmosfer<sup>4</sup>. Kebakaran hutan dapat terjadi pada periode kekeringan yang panjang

yang menyebabkan persediaan bahan bakaran di hutan meningkat. Beberapa pertanyaan ilmiah dapat diangkat dalam menanggapi permasalahan ini seperti: bagaimana metode ilmiah digunakan untuk mengatasi problem kebakaran hutan tersebut, dan melalui cara bagaimana agar pemanfaatan hutan tetap selaras dengan alam.

Para ilmuwan telah mengembangkan metode penilaian terhadap tingkat bahaya kebakaran hutan di suatu wilayah yang mencerminkan kekeringan pada tanah hutan dan bahan bakaran hutan.

---

Korespondensi Penulis

Telp : Departemen Geofisika dan Meteorologi, IPB

Alamat : Jl. Meranti Wing 19 Iv.4 Kampus IPB

Darmaga, Bogor, email : mtaufik@ipb.ac.id

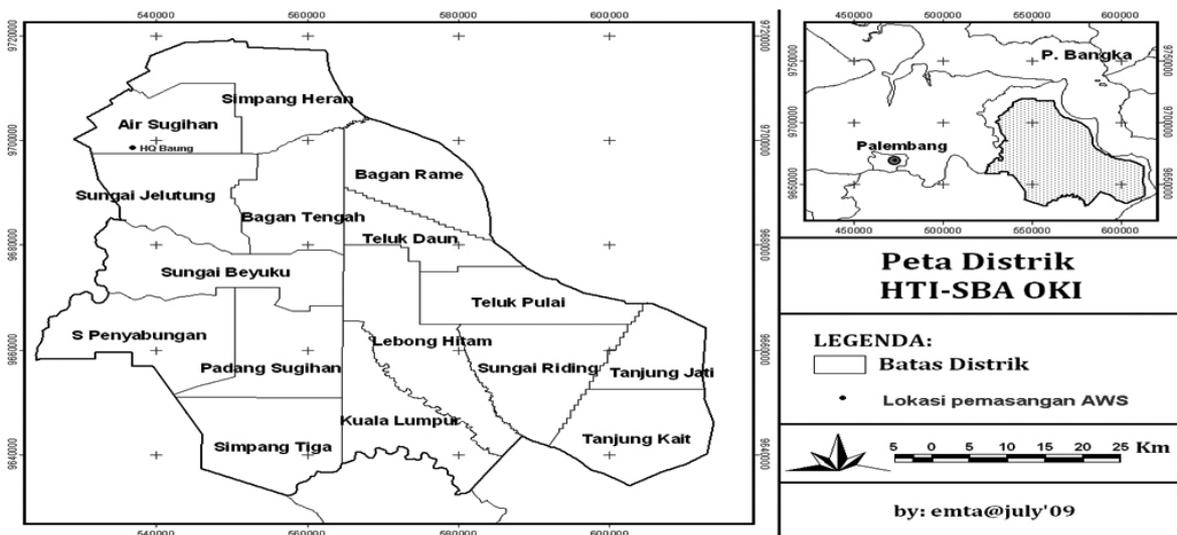
Beberapa metode penilaian bahaya kebakaran yang dapat disebut disini antara lain *Fire Weather Index*<sup>(5)</sup> (dan *Keetch Byram Drought Index*<sup>(6)</sup>). Kedua metode tersebut banyak diaplikasikan sebagai alat deteksi dini bahaya kebakaran hutan. Pada kondisi ketersediaan data pengamatan yang terbatas, metode FWI sulit untuk diaplikasikan mengingat metode ini memerlukan data yang kompleks yang mewakili faktor meteorologi dan faktor vegetasi. Pada kondisi tersebut, KBDI dapat dijadikan alternatif untuk menilai bahaya kebakaran hutan di suatu wilayah. KBDI banyak diaplikasikan mengingat perhitungannya relatif sederhana<sup>(7)</sup> dengan input data hujan dan suhu maksimum harian saja. Di Indonesia, KBDI telah digunakan untuk menilai tingkat bahaya kebakaran hutan pada lahan bergambut seperti Murdiyarso *et al.*, (2002)<sup>(4)</sup> di Jambi, Buchholz & Weidemenn (2000)<sup>(8)</sup> di Kalimantan Timur, dan terakhir oleh Setiawan *et al.*, (2009)<sup>(9)</sup> di Sumatra Selatan dengan memodifikasi variabel yang menentukan nilai KBDI. Selanjutnya Taufik (2010)<sup>(10)</sup> menemukan nilai parameter faktor kekeringan KBDI yang sesuai untuk kondisi lokal Sumatra Selatan.

Model KBDI dalam menentukan tingkat bahaya kebakaran hutan hanya mempertimbangkan faktor meteorologi semata yaitu curah hujan dan suhu udara maksimum

harian. Pada kondisi iklim dan tanah berbeda, pendekatan ini menyebabkan model tidak akurat untuk prediksi bahaya kebakaran hutan. Liu *et al.*, (2010)<sup>(11)</sup> menyebutkan tingkat kekeringan berbeda untuk tipe iklim yang berbeda. Sehingga Reardon *et al.*, (2009)<sup>(12)</sup> menyarankan penyertaan faktor tanah dan hidrologi yang berpengaruh terhadap proses pergerakan air dalam tanah. Berangkat dari hal tersebut, makalah ini bertujuan untuk (a) menemukan kedalaman muka air tanah yang efektif dalam mengurangi potensi bahaya kebakaran, dan (b) mengurai pengelolaan hutan berbasis pengelolaan air yang dapat mengurangi tingkat bahaya kebakaran hutan yang dicerminkan dalam nilai KBDI di Hutan Tanaman Industri di Sumatra Selatan. Pendekatan pengelolaan air dalam mengurangi tingkat bahaya kebakaran hutan belum banyak diungkap oleh para peneliti baik lokal maupun internasional.

## II. METODE

Penelitian dilakukan di Hutan Tanaman Industri Sebangun Bumi Andalas Wood Industries (SBAWI) yang berlokasi di Kabupaten OKI, Sumatra Selatan. Tipologi lokasi yaitu lahan basah dengan muka air tanah dekat dengan permukaan. Lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi penelitian di HTI Sebangun Bumi Andalas, OKI – Sumatra Selatan.

Penelitian ini menggunakan data curah hujan dan suhu udara maksimum yang diamati dengan AWS tipe Davis yang merekam data pengamatan tiap 1 jam. Kedalaman muka air tanah diukur dengan sensor TD Diver yang merekam setiap 1 jam. Alat-alat tersebut dipasang di Head Quarter SBAWI di Sei Baung. Data diamati untuk periode 1 April 2009 hingga 11 Mei 2010. Data pengamatan kemudian diolah dengan VBA EXCEL untuk mendapatkan data pengamatan harian untuk tiap data yang diamati.

Penghitungan KBDI menggunakan model yang dikembangkan oleh Setiawan *et al.*, (2009)<sup>9</sup> untuk lokasi lahan basah seperti pada Persamaan 1-5.

$$Q^t = Q^{t-1} + Q_T^t - Q_R^t - Q_H^t \quad \text{Pers. 1}$$

$$Q_T^t = [Q_{max} - Q^{t-1}] \times \frac{[a_T \exp(b_T * T_{mx} + d_T) - c_T]}{1 + a_R \exp(-b_R * R_{ann})} \times 10^{-3} \quad \text{Pers. 2}$$

$$Q_H^t = a_H - b_H * \theta(h)^t \quad \text{Pers. 3}$$

$$\theta(h) = \theta_R + (\theta_S - \theta_R) * S^{-1} \quad \text{Pers. 4}$$

$$S = \left\{ 1 + \left| \frac{h}{k} \right|^m \right\} \quad \text{Pers. 5}$$

Dimana,  $Q$  adalah nilai KBDI,  $Q_T$  adalah faktor kekeringan,  $Q_R$  adalah faktor hujan, dan  $Q_H$  adalah faktor air tanah, dan  $t$  adalah waktu (hari). Faktor hujan dan faktor air tanah mengurangi nilai KBDI dan sebaliknya faktor suhu menambah nilai KBDI. Faktor hujan dipertimbangkan jika hujan melebihi 5,1mm.  $Q_{max}$  adalah nilai KBDI maksimum (dalam hal ini, 2000),  $T_{mx}$  adalah suhu udara maksimum harian dan  $R_{ann}$  adalah curah hujan tahunan, dan  $a_T$ ,  $b_T$ ,  $c_T$  dan  $d_T$  adalah parameter suhu udara dan  $a_R$  dan  $b_R$  adalah parameter hujan tahunan.  $\theta$  adalah kadar air tanah volumetrik,  $h$  adalah jarak antara muka air tanah dan permukaan tanah, dan  $a_H$  dan  $b_H$  adalah parameter air tanah.  $\theta_S$  adalah kadar air tanah jenuh,  $\theta_R$  kadar air tanah residual,  $S$  adalah derajat kejenuhan, serta  $\alpha$ ,  $n$  dan  $m$  adalah parameter retensi air tanah. Nilai parameter pada Pers (2)-(5) disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai parameter KBDI

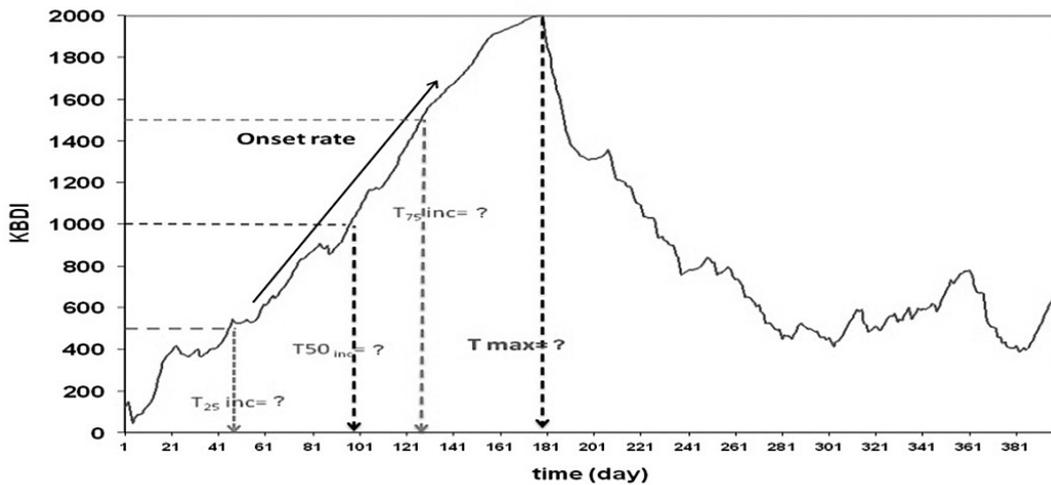
Variable	Parameter	Value
$Q$	$Q_{max}$	2000
	$a_T$	1,1714
$Q_T^t$	$b_T$	0,0572
	$c_T$	8,2750
	$d_T$	1,7588
	$a_R$	10,8804
	$b_R$	0,0046
$Q_H^t$	$a_H$	120
	$b_H$	0,2160
	$\theta_S$	0,634
	$\theta_R$	0,321
	$\alpha$	0,122
	$n$	1,181
	$m$	0,153

Sumber: Taufik (2010)

Pengelolaan air untuk mengurangi tingkat bahaya kebakaran hutan dilakukan untuk mempertahankan kedalaman muka air tanah pada kedalaman tertentu, sehingga kadar air tanah tetap terjaga pada level yang aman. Informasi awal yang digunakan untuk mengurangi laju peningkatan KBDI yaitu dengan menggunakan analisis kurva intensitas waktu (kurva TI, *time intensity curve*) KBDI selama periode pengamatan. Analisis kurva TI memberikan informasi laju peningkatan KBDI harian (*onset rate*), intensitas KBDI maksimum, waktu yang diperlukan untuk mencapai intensitas KBDI maksimum ( $T_{max}$ ), waktu yang diperlukan untuk mencapai 50% dari intensitas KBDI maksimum ( $T_{50 inc}$ ), waktu yang diperlukan untuk mencapai 75% dari intensitas KBDI maksimum ( $T_{75 inc}$ ), dan waktu yang diperlukan untuk mencapai 25% dari intensitas KBDI maksimum ( $T_{25 inc}$ ). Laju peningkatan KBDI dihitung dengan persamaan 6. Gambar 2 memberikan ilustrasi kurva TI. Laju peningkatan KBDI =  $KBDI_{max} * 0,5 / (T_{75 inc} - T_{25 inc})$

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Iklim di lokasi penelitian dicirikan dengan hujan yang tinggi pada musim penghujan dengan CH bulanan melebihi 200mm untuk periode November 2009 hingga April 2010. Jumlah hari hujan sebanyak 197 hari dengan curah

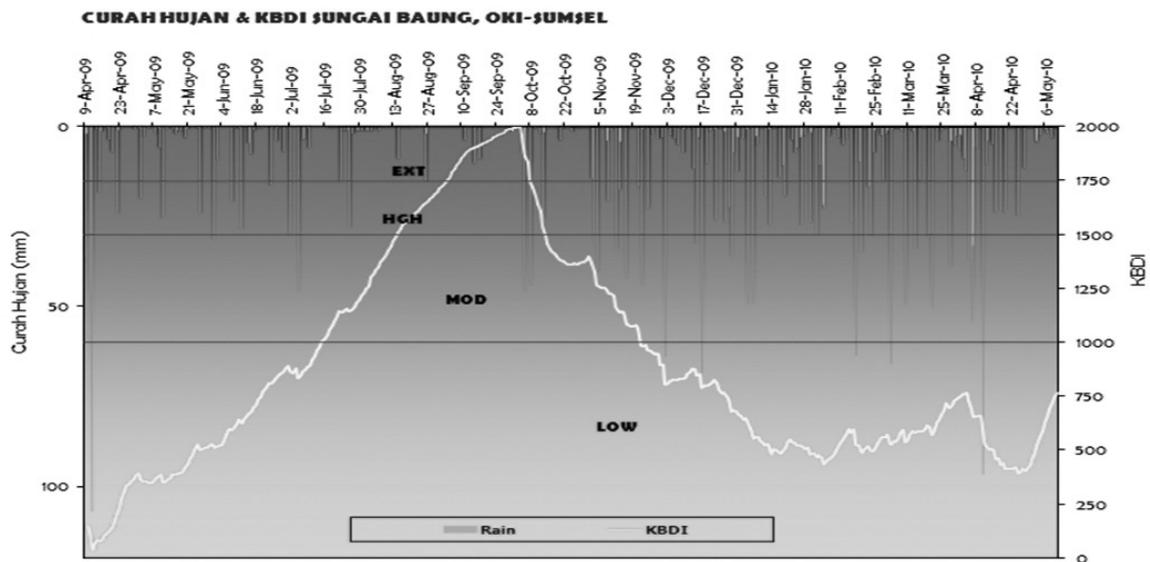


Gambar 2. Sketsa kurva II untuk menentukan laju peningkatan KBDI.

hujan tertinggi sebesar 107mm yang terjadi pada tanggal 12 April 2009. Selama periode pengamatan, suhu udara maksimum tertinggi yang pernah tercatat yaitu 34.9°C pada tanggal 21 September 2009. Kedalaman muka air tanah berfluktuasi relatif mengikuti pola hujan hingga kedalaman 1m pada bulan Agustus 2009. Pada musim penghujan sering terjadi genangan yang menunjukkan tingginya curah hujan di lokasi penelitian.

Dinamika KBDI harian selama periode pengamatan di sajikan pada Gambar 3. KBDI

level berbahaya (HGH dan EXT) terjadi pada musim kemarau dengan curah hujan yang sedikit yaitu pada periode Juli – September 2009. Pada bulan-bulan tersebut, kondisi muka air jauh dari permukaan tanah yang menyebabkan kadar air tanah pada lapisan atas mendekati titik layu permanen. Semakin dalam muka air tanah maka semakin kecil pengaruhnya terhadap kadar air pada tanah lapisan atas. Nilai KBDI mencapai puncak sebesar 2000 pada tanggal 4 Oktober 2009. Dengan masuknya musim penghujan tingkat bahaya kebakaran dilokasi pada level aman (LOW).



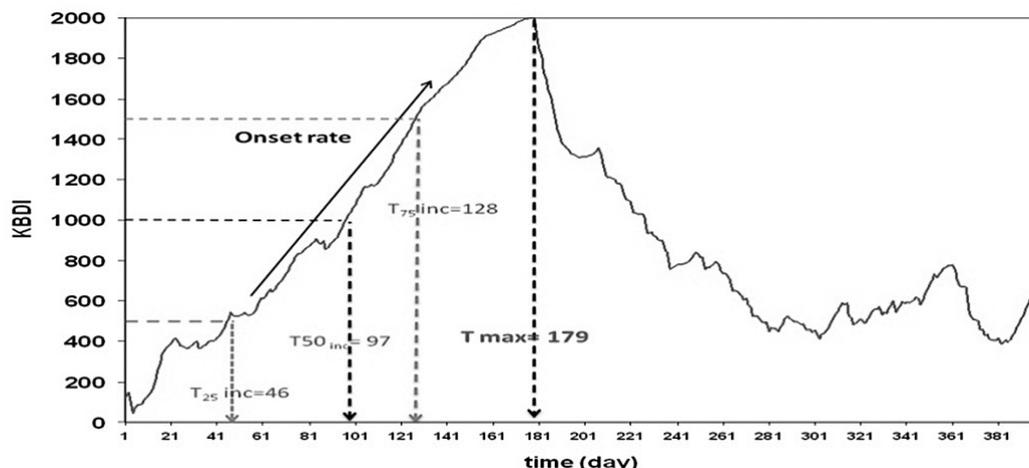
Gambar 3. Dinamika harian KBDI di HTI SBAWI, OKI.

### 3.1. Kurva TI

Informasi penting dari dinamika KBDI yaitu kapan kriteria Tinggi dan Ekstrim akan tercapai setiap tahunnya. Informasi tersebut sangat penting untuk perencanaan pengelolaan hutan yang lestari. Dinamika KBDI harian memberikan informasi laju peningkatan KBDI per hari. Analisis kurva TI memberikan hasil waktu yang diperlukan untuk mencapai 75% dari intensitas KBDI maksimum ( $T_{75\text{ inc}}$ ) sebesar 128, dan waktu yang diperlukan untuk mencapai 25% dari intensitas KBDI maksimum ( $T_{25\text{ inc}}$ ) sebesar 46. Sehingga laju peningkatan KBDI adalah:

$$\begin{aligned} \text{Laju peningkatan KBDI} &= \text{KBDI max} * 0,5 / (T_{75\text{ inc}} - T_{25\text{ inc}}) \\ &= 2000 * 0,5 / (128 - 46) = 12/\text{hari} \end{aligned}$$

Informasi laju peningkatan KBDI sebesar 12 /hari memberikan prediksi waktu tempuh KBDI di setiap tingkatan bahaya kebakaran. Sebagai ilustrasi, misalkan pada suatu hari nilai KBDI adalah 1000, maka untuk mencapai kriteria bahaya kebakaran Tinggi memerlukan waktu tempuh 41 hari, dan untuk mencapai kriteria Ekstrim memerlukan waktu tempuh 62 hari. Gambar 4 menyajikan skema kurva TI di lokasi Sei Baung. Dengan informasi ini pengelola hutan diharapkan dapat mengantisipasi dan bahkan bisa mencegah kejadian kebakaran hutan di wilayahnya.



Gambar 4. Kurva intensitas waktu KBDI harian di Sungai Baung

### 3.2. Pengaruh Kedalaman Muka Air Tanah (MAT)

Kedalaman MAT sangat berpengaruh terhadap nilai KBDI. dalam Persamaan (1), faktor MAT ( $Q_H$ ) berperan mengurangi nilai KBDI layaknya curah hujan. Kami mendapatkan kedalaman MAT yang tidak berpengaruh terhadap nilai KBDI yaitu 0,66m. Pada kedalaman tersebut nilai  $Q_H$  mendekati 0. Selanjutnya kedalaman ini disebut sebagai kedalaman kritis. Pada Gambar 5 menjelaskan tentang hubungan  $Q_H$  dengan kedalaman MAT.  $Q_H$  dapat bernilai negatif jika kedalaman MAT melebihi kedalaman kritis. Jika bernilai negatif maka berdasarkan Persamaan (1), nilai KBDI akan semakin meningkat. Fenomena ini sangat nyata terjadi pada bulan Agustus dan September 2009. Pada bulan-bulan tersebut nilai KBDI mencapai level ekstrim yang sangat rentan terhadap kebakaran.

### 3.3. Aspek Pengelolaan Air Terkait KBDI

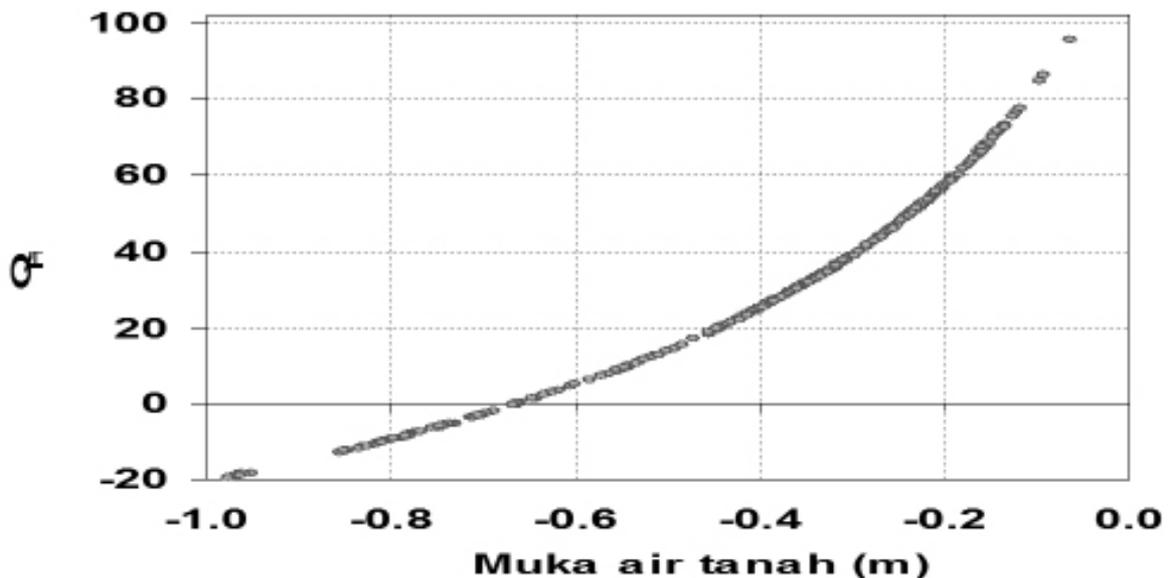
Faktor yang berpengaruh terhadap KBDI lahan basah yaitu curah hujan, suhu udara maksimum, dan kedalaman MAT. Dua peubah yang disebutkan lebih dulu adalah bersifat pemberian (*given*) yang tidak bisa diubah dan dikelola. Sehingga dalam aplikasi di lapangan, pengelola hutan tidak bisa mengatur dan merencanakan kegiatan antisipasi kebakaran

dengan baik mengingat kedua peubah tersebut tidak dapat dikelola. Dalam tataran praktis pengelola hutan selalu berharap hujan akan segera turun untuk mengurangi bahaya kebakaran hutan yang akan terjadi.

Secara teoritis, MAT dapat dikendalikan melalui proses irigasi dan drainase yang dirancang dengan benar dan tepat untuk mengendalikan kebakaran hutan di HTI-SBAWI. Pada musim kemarau pada bulan Mei - Oktober, curah hujan sangat sedikit sehingga MAT lebih dalam. Aktivitas pengelolaan hutan ditinjau dari aspek pengelolaan air disajikan pada Tabel 2. Pada musim penghujan, aktivitas drainase diperlukan untuk mengurangi air di lahan agar pertumbuhan dan perkembangan tanaman tetap terjaga. Bendung-bendung dibuka untuk mengalirkan air ke sungai. Jika level KBDI meningkat ke kelas bahaya kebakaran Sedang (MOD), maka tindakan yang harus dilakukan yaitu mengatur ketinggian *water level* di kanal pada ketinggian tertentu yang tidak membahayakan perkembangan tanaman misal pada kedalaman 0,5 m. Harapannya kedalaman MAT masih dekat dengan permukaan. Kedalaman *water level* juga bisa dijaga lebih tinggi lagi untuk

mengantisipasi peningkatan KBDI di musim kemarau yang berlangsung mulai bulan Mei. Dengan laju peningkatan KBDI sebesar 12 /hari hanya memerlukan waktu 41 haru untuk mencapai kelas Tinggi (HGH), maka pengaturan *water level* di kanal sangat penting untuk mencegah aliran air bawah tanah dari lahan. Sehingga MAT bisa dipertahankan di atas kedalaman kritis.

Pada musim kemarau, kegiatan pengelolaan air yang dapat dilakukan yaitu dengan pembendungan kanal untuk mempertahankan *water level* di kanal yang mampu menahan laju aliran air bawah tanah dari lahan. Kegiatan lainnya yaitu irigasi ke lahan dengan cara mengalirkan air dari sungai-sungai di sekitar dan kawasan HTI-SBAWI ke kanal-kanal yang telah di bendung. Kegiatan ini diharapkan mampu meningkatkan muka air di kanal yang akan berdampak pada peningkatan MAT di lahan. Teknik terakhir yang dapat dilakukan untuk meningkatkan MAT yaitu di lahan sekaligus menurunkan nilai KBDI yaitu dengan curah hujan buatan. Kegiatan ini dilakukan di HTI-SBAWI yaitu pada tanggal 5 – 8 Oktober 2009 yang efektif menurunkan nilai KBDI dari kelas Ekstrim ke kelas Sedang.



Gambar 5. Hubungan antara  $Q_H$  dan kedalaman muka air tanah.

Tabel 2. Pengelolaan air berdasarkan kelas KBDI

Kelas KBDI	Musim kemarau	Musim hujan
Rendah	-	- Proses drainase - Pembukaan bendung
Sedang	Penutupan bendung di kanal	Pengaturan water level di kanal untuk transportasi dan menjaga MAT di lahan
Tinggi	- Pembendungan kanal - Pengambilan/penyedotan air dari sungai sekitar - Curah hujan buatan	-
Ekstrim	- Pembendungan kanal - Pengambilan/penyedotan air dari sungai sekitar - Curah hujan buatan	-

#### IV. KESIMPULAN

Pengelolaan air yang baik memberikan harapan dan peluang untuk mengurangi tingkat bahaya kebakaran hutan. Pada kondisi HTI SBAWI, kedalaman MAT kritis yaitu 0,66m. Mempertahankan muka air pada kedalaman tersebut sangat membantu dalam mengurangi laju KBDI ke level yang berbahaya.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Hibah Kompetensi DIREKTORAT PENDIDIKAN TINGGI – DEPDIKNAS dengan No. Kontrak: 219/SP2H/PP/DP2M/V/2009. Ucapan terima kasih juga disampaikan untuk HTI Sebangun Bumi Andalas Wood Industries yang telah memberikan ijin dalam monitoring data cuaca dan hidrologi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ager AA, MA Finney, BK Kerns, H Maffei. 2007. Modeling wildfire risk to northern spotted owl (*Strix occidentalis caurina*) habitat in Central Oregon, USA. *Forest Ecology and Management* 246: 45–56.
- Wallenius TH, S Lilja, and T Kuuluvainen. 2007. Fire history and tree species composition in managed *Picea abies* stands in southern Finland: Implications for restoration. *Forest Ecology and Management* 250: 89–95
- Page SE, F Siegert, JO Rieley, H-D V Boehm, A Jaya, S Limin. 2002. The amount of carbon released from peat and forest fires in Indonesia during 1997. *Nature* 420:61–65.
- Murdiyarto, D., M. Widodo, D. Suyanto. 2002. Fire risks in forest carbon projects in Indonesia. *Science in China*. Vol. 45 Supp.
- Stocks BJ, BD Lawson, ME Alexander, CE Van Wagner, RS McAlpine, TJ Lynham, and DE Dube. 1989. The Canadian forest fire danger rating system: An Overview. *For. Chron.* 65: 450 -457.
- Keetch JJ and GM Byram. 1968. A drought index for forest fire control. *USDA Forest Service Research Paper SE-38*.
- Dimitrakopoulos A.P., A.M. Bemberzouk. 2003. Predicting live herbaceous moisture content from a seasonal drought index. *Int J Biometeorol*, 47:73–79. DOI 10.1007/s00484-002-0151-1.
- Buchholz, G., and D. Weidemann. 2000. The Use of simple Fire Danger Rating Systems as a Tool for Early Warning in Forestry. *International Forest Fire News* No. 23,
- Setiawan BI, M Taufik, S Afianto, Soewarso, J Ginting, A Harisman. 2009. Modification of Keetch Byram Model to Forecast Fire Risk in South Sumatra, Indonesia. Paper presented at International Seminar on Achieving Resilient Agriculture to Climate

Change through the Development of Climate based Management Scheme. Bogor, 17-19 November 2009.

10. Taufik M. 2010. Sistem Peringkat Bahaya Kebakaran Hutan di PT HTI sebangun Bumi Andalas Wood Industries, Kabupaten OKI, Sumsel. IPB. Tesis
11. Liu Y., J. Stanturf, S. Goodrick. 2010. Trends in global wildfire potential in a changing climate. *Forest Ecology and Management* 259: 685–697.
- Page SE, F Siegert, JO Rieley, H-D V Boehm, A Jaya, S Limin. 2002. The amount of carbon released from peat and forest fires in Indonesia during 1997. *Nature* 420:61–65.
- Reardon J., G. Curcio, R. Bartlette. 2009. Soil moisture dynamics and smoldering combustion limits of pocosin soils in North Carolina, USA. *Int. J. Wildland Fire* 18, 326–335
12. Wallenius TH, S Lilja, and T Kuuluvainen. 2007. Fire history and tree species composition in managed *Picea abies* stands in southern Finland: Implications for restoration. *Forest Ecology and Management* 250: 89–95