

KAJI EKSPERIMENTAL PERAMBATAN PEMBAKARAN PADA GAMBUT (*SMOLDERING COMBUSTION PROPAGATION OF PEAT*) DARI GAMBUT TROPIS KABUPATEN PELALAWAN PADA SKALA LABORATORIUM

Harun Orion¹, Awaludin Martin²

Laboratorium Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

¹haru.orio@gmail.com, ²awaludinmartin01@gmail.com

Abstract

A peat combustion in Indonesia is one of the biggest problems that support the increasing of the earth surface temperature by spreading of the CO₂ gas in the air that significantly increased. Smoldering fire of peat has some of characteristics, which are slow burning, long-lasting combustion, and relatively low combustion temperatures. This method is done by examine the phenomenal that happens when the peat is burning down. In this matter, the peat from Pelalawan province of Riau that is going to be analyzed. The examination is going to use the peat that has been dried for 24 hours, and the moisture level after it has interacted with the air was 7.09%. The sample treatment prior to the combustion testing with the sample treatment without load and with loading, maximum temperature of peat burning 508.72 ° C and 500 ° C respectively, the rate of peat propagation of 5.17 cm/hour and 1.11 cm/hour. After testing the burning of smoldering peat, there was burned peat mass of 217 gram and 158 gram respectively.

Kata Kunci : *smoldering combustion, peat, combustion phenomenal*

1. Pendahuluan

Kebakaran hutan di Indonesia merupakan salah satu masalah terbesar terhadap peningkatan suhu permukaan bumi yang diakibatkan oleh penyebaran gas CO₂ di udara bebas yang secara signifikan meningkat. Pada tahun 2015 Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) mengestimasi luas daerah terbakar di Indonesia tahun 2015 seluas 2.089.911 ha dan 618.574 ha adalah dari lahan gambut. Sebagian besar kebakaran dilahan gambut diakibatkan dari pembukaan lahan secara besar-besaran dan pembuatan kanal-kanal di lahan gambut[1]. Hal ini akan mempengaruhi kadar air gambut turun secara drastis atau kering, terutama pada musim kemarau. Gambut kering akan mudah terbakar dan apabila gambut sudah terbakar, maka kebakaran lahan gambut akan didominasi oleh pembakaran membara yang dapat bertahan sendiri, bergerak lambat, temperatur rendah, dan tidak terbentuk jilatan api [2]. Kebakaran dilahan gambut merupakan kebakaran yang sangat berbahaya karena akan menghasilkan senyawa beracun yang tinggi. Kebakaran di Indonesia pada tahun 2006 dengan luas lahan gambut 2,79 juta hektar dapat mengemisikan 98,38-180,38 juta ton CO₂[3]. Hal ini dapat menghambat rencana aksi nasional dalam penurunan emisi gas rumah kaca sebesar 26% pada tahun 2020 apabila lahan gambut terus terbakar dalam skala besar [1].

Indonesia memiliki lahan gambut terluas diantara negara tropis. Luas lahan gambut di Indonesia mencapai 20,6 juta ha atau 10,8% dari daratan di Indonesia. Lahan gambut terluas terletak di pulau Sumatera yakni 6.4 juta hektar atau 60%, yang tersebar di beberapa Provinsi. Salah satu lahan gambut yang terluas di Sumatera adalah di Provinsi Riau dengan seluas sekitar 3,8 juta hektar, dengan Kabupaten Pelalawan merupakan Kabupaten dengan lahan gambut terluas ke-3 setelah Indragiri Hilir dan Bengkalis[4]. Luasnya lahan gambut di Riau, khususnya di Kabupaten Pelalawan berperan besar untuk dilakukannya mitigasi kebakaran gambut, sehingga dapat menurunkan emisi yang dapat meningkatkan efek rumah kaca, menjaga keseimbangan ekosistem, dan tidak menyumbang kerugian secara *financial* khususnya di Riau. Pada tahun 2014 kerugian di Provinsi Riau mencapai Rp. 20 Trilyun.

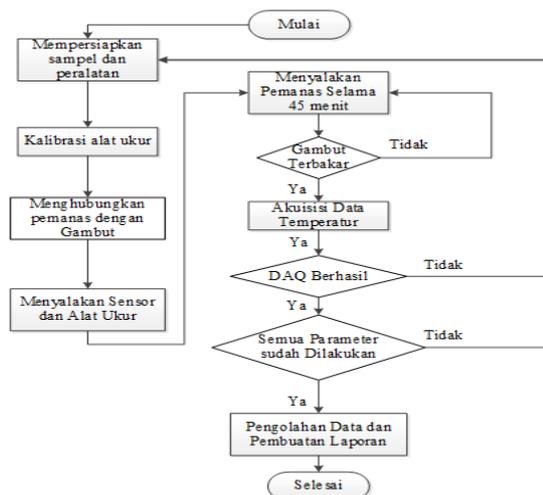
Untuk menjawab segala permasalahan yang disebabkan oleh kebakaran lahan gambut, penelitian ini diharapkan mampu menjawab permasalahan yang terjadi pada kebakaran gambut terutama untuk mitigasi kebakaran gambut di Kabupaten Pelalawan.

Beberapa penelitian yang dilakukan didalam maupun di luar negeri, meneliti sekaligus mengembangkan solusi dari permasalahan kebakaran pada lahan gambut.

Peneliti sebelumnya melakukan penelitian analisis perambatan pembakaran membara (*Smoldering Combustion*) pada gambut kering di dua lokasi yang berbeda. Sampel yang diambil berasal dari Ogan Komering ilir (OKI), Provinsi Sumatera Selatan dengan level air kira-kira 60 cm, dan dari Kampung Bagaiserwar, Kabupaten Sarmi, Provinsi Papua dengan level air kira-kira 120 cm. Setiap sampel diambil pada kedalaman 50-110 cm dan ketinggian 60 cm pada pipa PVC berdiameter 6 inch. Rata-rata kadar air gambut OKI-Sumatera Selatan dan gambut di Papua sekitar 560% dan 594%. Secara umum, ada tiga tahap utama pembakaran membara, yaitu: pemanasan, pembakaran (yang terdiri dari pirolisa dan oksidasi), dan pembentukan arang atau abu. Berdasarkan hasil eksperimen sebelumnya, dapat diamati proses pembakaran tersebut terdiri dari pirolisis dan oksidasi terjadi pada kisaran suhu 250-300°C dan 300-350°C. Hasil yang didapat dari pengujian pembakaran membara gambut untuk sampel gambut OKI-Sumatera Selatan mencapai temperatur maksimum sekitar 583°C dan laju perambatan pembakaran *smoldering* 4,5 cm/jam. Sementara itu temperatur maksimum untuk gambut di Papua sekitar 611°C, laju perambatan pembakaran *smoldering* 4,8 cm/jam. Berdasarkan massa awal dan akhir, rata-rata tingkat kehilangan massa untuk gambut OKI-Sumatera Selatan dan Gambut di Papua, masing-masing 11,7 dan 13,0 gram/jam[5]. Tujuan penelitian pada paper ini adalah mengetahui perbandingan karakteristik pembakaran gambut dari Ogan Komering ilir (OKI), Provinsi Sumatera Selatan dan Kampung Bagaiserwar, Kabupaten Sarmi, Provinsi Papua.

2. Metode

Metode pelaksanaan yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental. Secara garis besar metode dan mekanisme penelitian yang dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Pengujian pembakaran *smoldering* dilakukan dengan menghubungkan pemanas pada gambut, pemanas (*coil heater*) dinyalakan selama 45 menit dan dianggap energi panas dari pemanas mampu mempertahankan pembakaran gambut hingga gambut dapat terbakar dengan sendirinya. Temperatur pada pengujian ini terdeteksi oleh termokopel dan akan dikonversi dalam bentuk angka oleh DAQ *system* di *software Excell*.

3. Hasil

3.1 Karakteristik Fisik

Karakteristik fisik gambut Pelalawan ditunjukkan oleh Tabel 1. Berdasarkan gambut Kampar dapat diklasifikasikan (ASTM D4227-13) sebagai gambut dengan kadar abu sedang (5-15%) dan *Hemic* (33-67%) atau *Semi Fibrous*.

Tabel 1 Karakteristik Fisik Gambut Pelalawan

No	Pengujian	Unit	Nilai
1	Berat Jenis	-	1.5
2	Berat volume basah	ton/m ³	1.1
3	Berat volume kering	ton/m ³	0.1
4	Porositas	%	92
5	Kadar abu	%	6.3
6	Kadar organik	%	94
7	Kadar serat	%	44
8	Tahanan listrik	Ohm meter	12

3.2 Kelembaban (*Moisture Content*)

Kandungan air pada basis kering adalah persentase yang setara dengan rasio berat air sampai berat bahan kering[6]. Kandungan air (*moisture content*) pada basis kering didapat dengan menggunakan rumus berikut:

$$MC = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100\%$$

Dimana :

MC : *Moisture Content* (%)

m_1 : massa awal (gram)

m_2 : massa akhir (gram)

Setelah melakukan pengujian dan pengolahan data, kelembaban (*moisture content*) dari gambut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Data *Moisture Content*

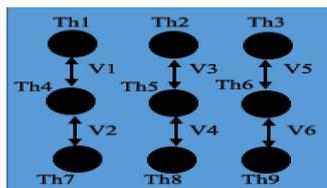
m2	m1	<i>Moisture Content</i> (% <i>dry base</i>)
0.202	2.002	891.089

Dengan mengikuti prosedur preparasi sampel dan pengeringan sampel, didapat kadar air rata-rata gambut Kabupaten Pelalawan sebesar 891.089%.

3.3 Perambatan Pembakaran *Smoldering* Gambut

a. Perambatan Arah Vertikal

Perambatan pembakaran pada arah vertikal dicari dari jarak antar termokopel dibagi selisih waktu antar termokopel saat temperatur pembacaan termokopel (Th) mencapai 300°C, dan akan didapat kecepatan (v) dari satu termokopel ke termokopel lainnya, dimana v_1 merupakan kecepatan perambatan pembakaran dari termokopel posisi 1 (Th1) ke termokopel posisi 4 (Th4), dan v_2 merupakan kecepatan perambatan pembakaran dari termokopel posisi 4 (Th4) ke termokopel posisi 7 (Th7), dan seterusnya yang dapat dilihat pada skema perambatan pembakaran pada Gambar 2.



Gambar 2 Skema Perambatan Arah Vertikal

Dari selisih waktu yang didapat antar termokopel, maka akan didapat kecepatan pada arah vertikal di setiap termokopel, yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Kecepatan pembakaran arah vertikal

v1	v2	v3	v4	v5	v6
1.3	26.6	15.6	3.9	14.1	24.2

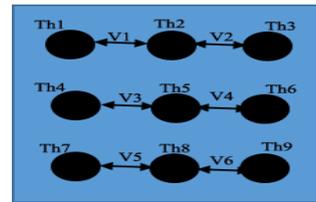
$$v_{rata-rata} = \frac{v_1 + v_2 + v_3 + v_4 + v_5 + v_6}{6}$$

$$v_{rata-rata} = \frac{1.29 + 26.63 + 15.63 + 3.89 + 14.11 + 24.19}{6}$$

$$v_{rata-rata} = 14.3 \text{ cm / jam}$$

b) Pada Arah Rambatan Horizontal

Didapat kecepatan (v) perambatan pembakaran dari satu termokopel ke termokopel lainnya, dimana v_1 merupakan kecepatan perambatan pembakaran dari termokopel posisi 1 (Th1) ke termokopel posisi 2 (Th2), dan v_2 merupakan kecepatan perambatan pembakaran dari termokopel posisi 2 (Th2) ke termokopel posisi 3 (Th3), dan seterusnya yang dapat dilihat pada skema perambatan pembakaran pada Gambar 3.



Gambar 3 Skema Perambatan Arah Horizontal

Didapat kecepatan perambatan pembakaran pada arah horizontal yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Kecepatan pembakaran arah vertikal

v1	v2	v3	v4	v5	v6
0.81	14.8	2.03	10.6	1.48	8.09

Kecepatan rata-rata perambatan pembakaran membara gambut pada arah vertikal adalah sebagai berikut.

$$v_{rata-rata} = \frac{v_1 + v_2 + v_3 + v_4 + v_5 + v_6}{6}$$

$$v_{rata-rata} = \frac{0.81 + 14.80 + 2.03 + 10.64 + 1.48 + 8.09}{6}$$

$$v_{rata-rata} = 6.31 \text{ cm / jam}$$

3.4 Laju Kehilangan Massa (*Mass Loss Rate*)

Sebelum mendapatkan laju kehilangan massa (mass loss), maka terlebih dahulu mencari kehilangan massa (*mass loss*) dari hasil pembakaran yang telah dilakukan. *Mass loss* didapat dari rumus dibawah ini:

$$\text{Mass loss} = \text{massa awal} - \text{massa akhir}$$

$$= 241 \text{ gram} - 24 \text{ gram}$$

$$= 217 \text{ gram}$$

Waktu pengujian pembakaran hingga padam selama 16 jam. Hingga didapat laju *mass loss* (\dot{m}):

$$\dot{m} = \frac{\text{mass loss}}{\text{time}}$$

$$= \frac{217}{16}$$

$$= 13.56 \text{ gram/jam}$$

3.5 Emisi Gas Dari Pembakaran Gambut

Pada penelitian ini, untuk mendapatkan emisi gas dari hasil pembakaran gambut menggunakan alat uji technomotor. Rata-rata emisi gas buang akibat pembakaran pada gambut yang didapat dari technomotor, dengan emisi CO sebesar 0,078% dan CO₂ sebesar 0,214%

Pengujian Emisi CO dan CO₂ dilakukan selama 106 detik, maka dilakukan penskalaan selama pengujian pembakaran gambut hingga padam, yaitu selama 16 jam dan emisi yang dibaca oleh

technomotor akan dikalikan dengan laju *mass loss*, sehingga didapat emisi CO sebesar 1,06% dan CO₂ sebesar 2,9%

3.6 Nilai Kalor

Nilai kalor dicari untuk mengetahui kalor yang ada pada gambut tiap gramnya. Nilai kalor didapat dari pengujian menggunakan alat Digital Bomb Calorimeter C-200, dimana data yang didapat berupa *temperature rise*.

Peningkatan temperatur (*Temperature rise*) dari sampel gambut Pelalawan adalah 1.71 dengan massa gambut 1 gram. Hingga didapatlah nilai HHV nya dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

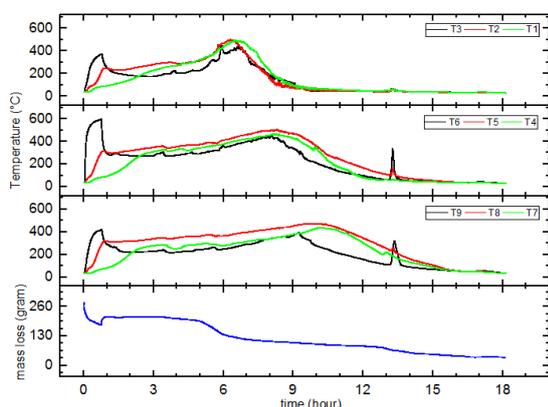
$$HHV = \frac{\text{Temperature rise} \times 2332}{\text{weight sample}}$$

$$HHV = \frac{1,71 \times 2332}{1 \text{ gram}}$$

$$HHV = 3987.72 \text{ kalori/gram}$$

4. Pembahasan

Dari Gambar 4 dapat dilihat adanya perubahan temperatur yang fluktuatif, ketika heater coil dimatikan maka temperatur akan secara drastis menurun, namun lama-kelamaan temperatur akan meningkat kembali. Hal ini dikarenakan perambatan membara terjadi diluar dari batas sistem pembacaan dari termokopel dan belum sampai ke dalam batas pembacaan termokopel lainnya.



Gambar 4 Profil Perubahan Temperatur Dan Mass Loss dari Gambut.

Temperatur tertinggi pembakaran *smoldering* 508.72°C, ketika pembakaran berlangsung selama 8.3 jam. Pembakaran terjadi selama 16 jam, dimana *heater coil* diletakkan dekat dengan termokopel 6 (T6) dan perambatan awal lebih dominan keatas dengan melihat tingginya temperatur di termokopel 3 sebesar 462°C dibandingkan dengan termokopel 9 sebesar 400°C pada waktu pembakaran 45 menit,

hal ini dikarenakan adanya material yang lebih cepat terbakar dan terdapat oksigen atau udara yang lebih banyak di gambut bagian atas (termokopel 1,2 dan 3) dibandingkan gambut bagian bawah (termokopel 7,8 dan 9). Kecepatan perambatan berbanding lurus dengan laju kehilangan massa, semakin cepat perambatan pembakaran maka semakin cepat laju kehilangan massa, hal ini dapat dilihat pada bagian gambut atas yang lebih cepat mengalami kehilangan massa dan ketika waktu pembakaran selama 8.8 jam temperatur rata-rata pada termokopel 1,2 dan 3 sudah 72°C, yang mendekati temperatur tidak terbakar (padam). Hal ini disebabkan oleh adanya amblas (*subsidence*) akibat kekosongan dari bagian tengah dan bawah gambut yang terbakar.

5. Simpulan

Profil temperatur, laju perambatan pembakaran *smoldering*, dan *mass loss* dari pembakaran gambut berubah secara fluktuatif. Profil temperatur yang selalu berubah dikarenakan adanya perbedaan porositas disetiap daerah gambut, dan energi *thermal* yang cukup untuk membakar gambut. Profil temperatur yang selalu berubah akan secara otomatis mempengaruhi kecepatan perambatan pembakaran *smoldering* dan kehilangan massa gambut, hal ini karena semakin tinggi temperatur pembakaran, maka laju perambatan pembakaran *smoldering* akan semakin meningkat dan mengakibatkan kehilangan massanya juga akan meningkat.

Daftar Pustaka.

- [1] Nugroho. Sutopo Purwo. 2015. Analisis Luas Hutan dan Lahan Terbakar di Indonesia 2015. BNPB. http://www.disasterchannel.co/wp-content/uploads/2015/10/media_Analisis-luas-hutan-dan-lahan-terbakar-2015. (diakses 4 April 2018).
- [2] Huang. Xinyan, Rein. Guillermo. 2017. Downward spread of smouldering peat fire: the role of moisture, density and oxygen supply. *International Journal of Wildland Fire* 2017, 26, 907–918.
- [3] Ballhorn. U, Siebert. F, Mason. M, Limin. S. 2009. Derivation of burn scar depths and estimation of carbon emissions with LIDAR in Indonesian peatlands. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*.
- [4] Wahyunto, Ritung. S, dkk. 2005. Sebaran Gambut dan Kandungan Karbon di Sumatera dan Kalimantan 2004. Bogor. Wetland Indonesia.
- [5] Palamba. P, Ramadhan. dkk. 2017. Investigation of Smouldering Combustion Propagation of Dried Peat. Department of

Mechanical Engineering, Faculty of Engineering Universitas Indonesia, Depok 16424, Indonesia.

- [6] Rein, G. Cohen, Simon. 2009. Carbon Emissions from Smouldering Peat in Shallow and Strong Fronts. Proceedings of the Combustion Institute 32:2489-2496.