

FORMULASI FIRE EXTINGUISHER AGENT UNTUK WATER CONTAINER BOMBING DAN TES KEMAMPUANNYA PADA API LAHAN GAMBUT

Tri Soelistyo, Hengki Sudjatmoko, Muhammad Maulani, Tarya Risnandar, IvanSeptiana Ramadhan, Tati Setriawati, Ice Fahmi, Bagas Aji Bawono.

Abstrak — Penelitian ini memfokuskan untuk meningkatkan performa dari water container bombing, dengan menambahkan chemical agent sebagai isiannya sehingga kebakaran lahan gambut dapat diatasi tanpa munculnya *re-ignite* pada titik api. Dari penelitian ini didapatkan *chemical agent* berdasarkan metode pemadamannya yaitu sodium carbonate dan ammonium carbonate sebagai *CO₂ agent*, sodium dodecyl sulphate sebagai *foaming agent* serta air dan ammonium carbonate sebagai *cooling agent*. Didapatkan volume *CO₂* teoritis yang dihasilkan formula standar sistem *chemical agent* melalui persamaan Van der Waals pendekatan pengulangan Newton-Raphson sebesar 24,361 Liter.

Kata kunci: Sintesis, material energetik, aseton, hidrogen peroksida.

Abstract — *This research focuses on improving the performance of water container bombing, by adding a chemical agent as its filling so that peatland fires can be overcome without the appearance of re-ignite at hotspots. From this research, chemical agent was obtained based on the extinguishing method, namely sodium carbonate and ammonium carbonate as CO₂ agent, sodium dodecyl sulphate as foaming agent and water and ammonium carbonate as cooling agent. The theoretical CO₂ volume produced by the standard formula of the chemical agent system through the Van der Waals equation with Newton-Raphson repetition approach is 24,361 liters.*

PENDAHULUAN

Wilayah Indonesia yang beriklim tropis menjadikan Indonesia memiliki lahan gambut terbesar ke-2 di dunia dengan perkiraan luas sebesar 20,6 juta hektar. Pada musim kemarau, lahan gambut yang mengering menjadi rentan terjadinya karhutla (kebakaran hutan dan lahan). Berbagai upaya telah dilakukan oleh pemerintah untuk mengatasi karhutla salah satunya adalah *water bombing*. *Water bombing* merupakan salah satu metode pemadaman kebakaran dimana air dijatuhkan ke titik api menggunakan kontainer khusus melalui wahana udara seperti helikopter dan pesawat. Pada saat menggunakan air, dapat memadamkan air pada level permukaan namun sumber api yang terdapat pada di bawah permukaan masih belum padam sehingga dapat menyala kembali setelah beberapa waktu berlalu, sehingga perlu adanya pengembangan lebih lanjut agar performa pemadaman karhutla dapat meningkat.

Penelitian ini bertujuan untuk meneliti dan mengembangkan *chemical agent* yang berfungsi sebagai *fire extinguisher* yang diharapkan lebih efektif dibandingkan dengan metode yang hanya menggunakan air. Karakteristik isian dari *chemical agent* ini diharuskan tidak bersifat racun terhadap manusia, dan lingkungan serta mudah dikemas dalam suatu kontainer, Karakteristik dari *chemical agent* tersebut pada saat dijatuhkan ke titik api dapat memadamkan api dengan cara mengisolasi bahan bakar dari udara melalui pembentukan *foam/ busa* serta gas CO₂ sehingga oksigen tidak dapat bereaksi dengan bahan bakar dalam hal ini lahan gambut di bawah permukaan tanah sehingga bahan tersebut diharapkan dapat memadamkan api dengan efektif dan menyeluruh.

EKSPERIMENTAL

Formulasi Fire Extinguisher Agent Untuk Water Container Bombing.

Dalam penelitian ini memfokuskan pada formulasi *chemical agent* untuk membuat sistem *chemical water container bombing*. *Chemical agent* yang digunakan sebagai isian *water container bombing* harus memenuhi persyaratan salah satu teknik pemadaman api antara lain dengan teknik pendinginan (*cooling*), penutupan (*smothering*), mematikan sumber bahan bakar (*starving*), atau memutuskan reaksi kimia berantai (*break chain reaction*).

Desain Fire Extinguisher Agent Untuk Water Container Bombing.

Proses desain *fire extinguisher agent* dimulai dengan membuat *supersaturated solution* dari tiap bahan kimia padatan yang digunakan, kemudian membuat larutan *agent* pertama dengan menggabungkan beberapa *chemical agent* yang tidak saling bereaksi dalam satu larutan induk hingga mendapatkan larutan induk seminimal mungkin.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Formulasi Chemical Agent Untuk Water Container Bombing

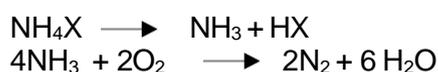
Pada penelitian ini, formulasi *chemical agent* menggunakan tiga teknik pemadaman api, yaitu zat penghasil CO₂ dan zat penghasil *foam*/busa sebagai agen *smothering* (penutup), serta zat penurun temperatur lingkungan sebagai agen *cooling* (pendinginan) sehingga dapat mencegah terjadinya *re-igniting* pada titik api terutama lahan gambut.

Bahan kimia yang digunakan sebagai zat penghasil CO₂ berasal dari senyawa-senyawa karbonat diantaranya ammonium bicarbonate dan sodium bicarbonate. Saat senyawa bikarbonat bereaksi dengan asam (dalam penelitian ini menggunakan citric acid dan sulfuric acid), terjadi reaksi asam-basa dan menghasilkan gas CO₂ sebagai produk. Gas CO₂ yang terbentuk memiliki massa yang berat sehingga akan menutupi permukaan titik api dan diharapkan mengurangi reaksi antara oksigen dan bahan bakar sehingga reaksi pembakaran akan berhenti. Adapun reaksi yang terjadi antara zat penghasil CO₂ adalah sebagai berikut:



Sedangkan zat penghasil *foam*/busa yang digunakan pada penelitian ini berasal dari jenis detergen yaitu natrium dodesil sulfat (SDS). Dengan sinergi gas CO₂ yang terbentuk pada zat penghasil CO₂, SDS berubah menjadi busa dan menutupi titik api.

Cooling agent yang digunakan berupa air, mono ammonium phosphate dan ammonium karbonat. Kation ammonium pada suhu tinggi (titik api) dapat terdekomposisi menjadi gas ammonia dan ammonia dapat bereaksi dengan oksigen di udara menjadi N₂ dan air dengan reaksi berikut:



Formulasi Chemical Agent Untuk Water Container Bombing

Formulasi pembuatan larutan induk didasarkan pada interaksi dan sifat dari masing-masing senyawa sehingga antara satu bahan kimia dan bahan kimia lain tidak saling bereaksi serta dapat berfungsi sebagaimana mestinya saat larutan induk dicampurkan dan membentuk *fire extinguisher*. Berdasarkan literatur dan percobaan, didapatkan 2 larutan induk, yaitu: Larutan induk pertama mengandung mono ammonium phosphate, ammonium bicarbonate, sodium bicarbonate, dan sodium dodecyl sulphate

Volume Gas Karbon Dioksida yang Dihasilkan

Berdasarkan *chemical agent* dan desain dari *fire extinguisher agent*, volume CO₂ yang dihasilkan persamaan gas nyata Van Der Waals.

Berdasarkan formulasi *chemical agent*, CO₂ berasal dari ammonium carbonate dan sodium carbonate. Dengan desain formula standar 100 mL per *chemical agent* dan standar kelarutan pada suhu 20°C, didapatkan persamaan stoikiometri sebagai berikut:



CO₂ yang dihasilkan dari ammonium bicarbonate (21,6 g/100mL) adalah:

$$\frac{n(NH_4)HCO_3}{21,6 \text{ g}} = nCO_2$$

$$nCO_2 = 0,2734 \text{ mol}$$

CO₂ yang dihasilkan dari natrium bicarbonate (96 g/100mL) adalah:

$$\frac{nNaHCO_3}{96 \text{ g}} = nCO_2$$

$$nCO_2 = 1,143 \text{ mol}$$

sedangkan persamaan gas CO₂ dengan persamaan Van der Waals pendekatan proses berulang Newton-Raphson akan digunakan pada perhitungan teoritis gas CO₂ yang terbentuk. Adapun Langkah dari formula diatas dijabarkan sebagai berikut:

Persamaan Van der Waals

$$pV^3 - (pb + RT)V^2 + aV - ab = 0$$

$p = 1 \text{ atm}$
 $a = 3,610 \text{ atm}\cdot\text{L}^2\cdot\text{mol}^{-2}$
 $b = 4,29 (10^{-2} \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1})$
 $R = 0,0821 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}$
 $T = 298 \text{ K}$

Didapatkan persamaan Van der Waals berikut:

$$pV^3 - (pb + RT)V^2 + aV - ab = 0$$

$$f(x) = V^3 - (24,509)V^2 + 3,61 V - 0,155 = 0$$

Dengan menggunakan pendekatan proses berulang Newton-Raphson

$$V_{(n+1)} = \frac{f(x)}{f'(x)}$$

didapatkan persamaan berikut:

$$V_{(n+1)} = V_n - \frac{(V_n^3 - 24,509V_n^2 + 3,61V_n - 0,155)}{3V_n^2 - 49,018 V_n + 3,61}$$

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang didapatkan dari penelitian, *chemical agent* yang digunakan adalah CO₂ agent berupa senyawa carbonate, *foam agent* berupa sodium dodecyl sulphate,

Dengan V₁ menggunakan persamaan gas ideal (PV=nRT), V₂ dan selanjutnya menggunakan hasil dari pengulangan Newton-Raphson. Setelah dilakukan perhitungan, didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Perhitungan Proses Berulang Newton-Raphson

Pengulangan	Volume (L)	Vol. Taksiran (L)
V ₁	27,964	25,1
V ₂	25,1	24,402
V ₃	24,402	24,361
V ₄	24,361	24,361

Perbedaan antara V₃ dan V₄ sangat kecil sehingga dianggap cukup teliti.

Berdasarkan perhitungan teoritis, jumlah gas CO₂ yang dihasilkan sebanyak 24,361 liter. Jumlah ini merupakan batas maksimum gas CO₂ yang dapat terbentuk karena tidak semua reaksi kimia dapat bereaksi secara sempurna menghasilkan produk hingga randemen / *yield* 100%. Menurut Whitten *et. al* (2002), hasil produk akan selalu lebih kecil dari 100% dikarenakan beberapa faktor, diantaranya: tidak seluruh reaktan bereaksi membentuk produk, selain itu terdapat hasil samping yang terbentuk selama proses sintesis.

dan *cooling agent* berupa air dan senyawa ammonium. Volume CO₂ yang dihasilkan dari formulasi standar sebanyak 24,361 L.

DAFTAR PUSTAKA

- Atkins, Peter., Julio De Paula. (2010). *Physical Chemistry: Ninth Edition*. Oxford University Press.
- Dogra, SK, Dogra S. (1986). *Physical Chemistry Through Problems*. New Age International.
- Fessenden, Fessenden (1986). *Organic Chemistry: Third Edition*. University of Montana.
- Whitten, Kenneth W.; Davis, Raymond E; Peck, M. Larry (2002). *General chemistry*. Fort Worth: Thomson Learning.