

BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

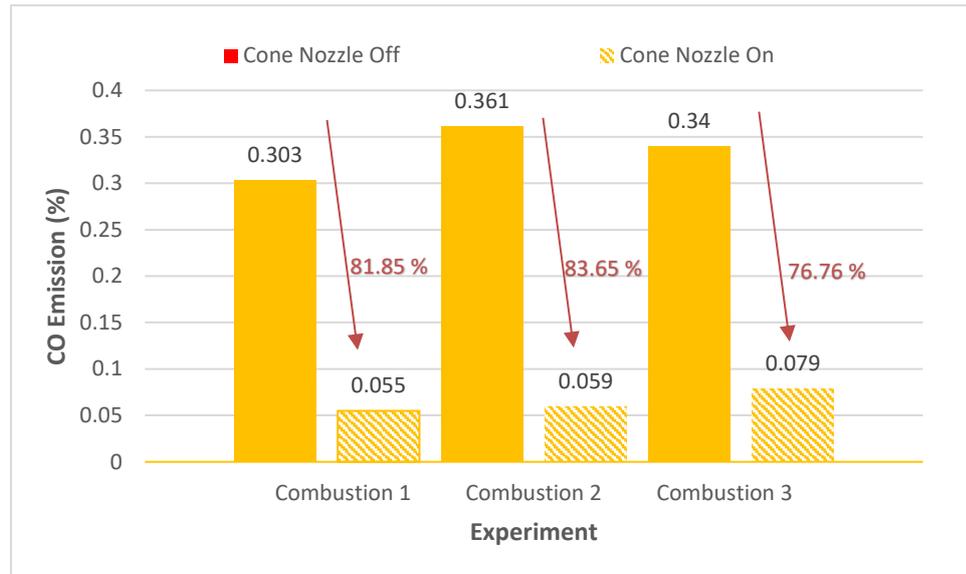
4.1 Analisis Emisi Karbon Monoksida (CO)

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan selama tiga kali pembakaran pada masing-masing variabel pembakaran, dimana pada variabel pembakaran pertama melakukan tiga kali pembakaran pada insinerator dengan kondisi *cone nozzle* pada *ventury wet scrubber* mati, lalu pada variabel pembakaran kedua melakukan tiga kali pembakaran dengan kondisi insinerator dan *cone nozzle* pada *ventury wet scrubber* menyala. Adapun data yang diperoleh pada hasil pembakaran terdapat pada tabel perbandingan CO dibawah ini:

Tabel 4. 3 Perbandingan Persentase Penurunan Nilai Emisi CO

<i>Combustion</i>	<i>CO Emission</i>		
	<i>Cone Nozzle Off (%)</i>	<i>Cone Nozzle On (%)</i>	<i>Degrease (%)</i>
<i>Combustion 1</i>	0.303	0.055	81.85
<i>Combustion 2</i>	0.361	0.059	83.65
<i>Combustion 3</i>	0.34	0.079	76.76
<i>Average</i>	0.33	0.064	80.60

Berdasarkan data dari tabel perbandingan persentase penurunan nilai emisi Karbon Monoksida (CO), dapat disimpulkan bahwa nilai penurunan hasil dari pembakaran pertama sampai dengan ketiga pada nilai rata-rata hasil pembakaran yakni mencapai 80.60 %. Nilai penurunan emisi CO dari proses pembakaran pertama sampai ketiga dapat direpresentasikan pada grafik dibawah ini:

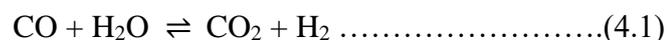


Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Nilai Emisi CO

Berdasarkan data grafik yang diperoleh pada grafik pembakaran dengan nilai emisi Karbon Monoksida (CO). Dapat diketahui bahwa dengan menggunakan *cone nozzle* pada *ventury wet scrubber* dapat menurunkan emisi gas buang pada insinerator. Hal ini dapat diketahui pada besaran nilai emisi CO tanpa menggunakan *cone nozzle* pada *ventury wet scrubber* mendapatkan hasil pada pembakaran pertama 0.303%, Lalu pada pembakaran kedua memperoleh hasil 0.361%, dan pada pembakaran ketiga memperoleh hasil 0.34%. Sedangkan pada besaran nilai emisi CO dengan menggunakan *cone nozzle* pada *ventury wet scrubber* mendapatkan hasil pada pembakaran pertama 0.055%, lalu pada pembakaran kedua memperoleh hasil 0.059%, dan pada pembakaran ketiga memperoleh hasil 0.079%. Berdasarkan hasil pengambilan data pada nilai emisi CO dari pertama, kedua, dan ketiga mendapatkan nilai penurunan emisi. Pada pembakaran pertama penurunan nilai emisi sebesar 81.85%, Pada pembakaran kedua mendapatkan nilai penurunan emisi sebesar 83.65%, dan pada pembakaran ketiga mendapatkan nilai penurunan emisi sebesar 76.76%.

Karbon monoksida (CO) adalah gas yang dihasilkan oleh pembakaran tidak sempurna pada proses pembakaran, dimana pada proses pembakaran yang terjadi pasokan oksigen tidak cukup untuk mengoksidasi karbon (C)

menjadi CO₂. Dapat diketahui bahwa proses pembakaran pada insinerator menghasilkan gas CO. Pada proses absorpsi terbagi menjadi 2, yakni absorpsi fisik dan absorpsi kimia. Adapun pada absorpsi secara fisik, aliran gas yang cepat menciptakan turbulensi melaju keluar menuju *ventury wet scrubber* melewati bagian menyempit (*throat*) pada *ventury*, memungkinkan tetesan air kecil pada *waterspray* untuk berinteraksi lebih efektif dan menangkap gas CO pada ruang *ventury wet scrubber*, sehingga dengan adanya kontak fisik antara air dan gas membuat gas karbon monoksida ikut terperangkap kedalam cairan. Sedangkan absorpsi secara kimia, CO dapat secara terlarut dalam air dan mengubahnya menjadi larutan. Proses ini dapat meningkatkan efisiensi dalam menangkap polutan CO dari aliran gas, sekaligus menangkap partikel padat yang ikut terbawa dalam proses pembakaran. Selain itu, fenomena fisik lainnya yang terjadi adalah impaksi, di mana partikel-partikel dalam gas CO bertabrakan dengan tetesan air, sehingga partikel tersebut terperangkap dalam tetesan [15]. Selain peran absorpsi fisik dan kimia terdapat peran penting dalam mereduksi emisi, yang mana diameter droplet yang halus dapat memaksimalkan efisiensi pengumpulan partikel. Droplet yang lebih kecil memiliki efisiensi yang lebih tinggi karena meningkatkan kecepatan relatif antara gas dan droplet air, sehingga dapat meningkatkan pengumpulan partikel dan gas [21]. Adapun reaksi gas CO dengan air dapat dilihat pada persamaan dibawah ini:



Proses absorpsi karbon dioksida dengan air lebih dikenal sebagai absorpsi fisik daripada absorpsi kimia karena reaksinya dengan air adalah reaksi kesetimbangan [15].

4.2 Analisis Emisi Karbon Dioksida (CO₂)

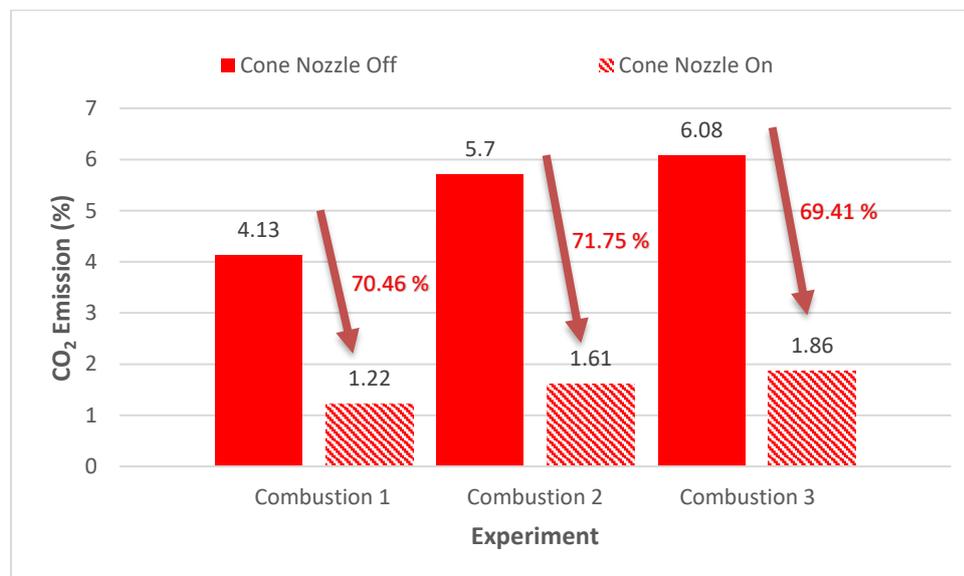
Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan selama tiga kali pembakaran pada masing-masing variabel pembakaran, dimana pada variabel pembakaran pertama melakukan tiga kali pembakaran pada insinerator dengan kondisi *cone*

nozzle pada *ventury wet scrubber* mati, lalu pada variabel pembakaran kedua melakukan 3 kali pembakaran dengan kondisi insinerator dan *cone nozzle* pada *ventury wet scrubber* menyala. Adapun data yang diperoleh pada hasil pembakaran terdapat pada grafik perbandingan CO₂ dibawah ini:

Tabel 4. 4 Perbandingan Persentase Penurunan Nilai Emisi CO₂

<i>Combustion</i>	<i>CO₂ Emission</i>		
	<i>Cone Nozzle Off (%)</i>	<i>Cone Nozzle On (%)</i>	<i>Degrease (%)</i>
<i>Combustion 1</i>	4.13	1.22	70.46
<i>Combustion 2</i>	5.7	1.61	71.75
<i>Combustion 3</i>	6.08	1.86	69.41
<i>Average</i>	5.3	1.56	70.56

Berdasarkan data dari tabel perbandingan persentase penurunan nilai emisi Karbon Dioksida (CO₂), dapat disimpulkan bahwa nilai penurunan hasil dari pembakaran pertama sampai dengan ketiga pada nilai rata-rata pembakaran yakni mencapai 70.56%. Nilai penurunan emisi CO₂ dari proses pembakaran pertama sampai ketiga dapat direpresentasikan pada grafik dibawah ini:

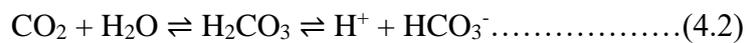


Gambar 4.2 Grafik Penurunan Nilai Emisi CO₂

Berdasarkan data grafik yang diperoleh pada grafik pembakaran dengan nilai emisi Karbon Dioksida (CO_2). Dapat diketahui bahwa dengan menggunakan *cone nozzle* pada *ventury wet scrubber* dapat menurunkan emisi gas buang pada insinerator. Hal ini dapat diketahui pada besaran nilai emisi CO_2 tanpa menggunakan *cone nozzle* pada *ventury wet scrubber* mendapatkan hasil pada pembakaran pertama 4.13%, Lalu pada pembakaran kedua memperoleh hasil 5.7%, dan pada pembakaran ketiga memperoleh hasil 6.08%. Sedangkan pada besaran nilai emisi CO_2 dengan menggunakan *cone nozzle* pada *ventury wet scrubber* mendapatkan hasil pada pembakaran pertama 1.22%, lalu pada pembakaran kedua memperoleh hasil 1.61%, dan pada pembakaran ketiga memperoleh hasil 1.86%. Berdasarkan hasil pengambilan data pada nilai emisi CO_2 dari pertama, kedua, dan ketiga mendapatkan nilai penurunan emisi. Pada pembakaran pertama penurunan nilai emisi sebesar 70.46%, Pada pembakaran kedua mendapatkan nilai penurunan emisi sebesar 71.75%, dan pada pembakaran ketiga mendapatkan nilai penurunan emisi sebesar 69.41%.

Karbon dioksida (CO_2) merupakan senyawa kimia yang dihasilkan dari proses pembakaran sempurna. Dalam proses pembakaran, karbon (C) bereaksi dengan oksigen (O_2) secara sempurna menghasilkan CO_2 dan air (H_2O). Pada *Ventury Wet Scrubber*, ketika gas CO_2 bertemu dengan air, terjadi dua fenomena utama yang bekerja bersama untuk mereduksi CO_2 yakni absorpsi fisik dan absorpsi kimia. Pada absorpsi secara fisik, semprotan air pada *ventury wet scrubber* menghasilkan tetesan kecil pada ruang menyempit (*throat*) yang meningkatkan luas permukaan kontak antara air dan gas, yang mana memungkinkan CO_2 terlarut ke dalam air melalui proses absorpsi fisik dan tumbukan antara butiran air yang terlarut ketika bertemu CO_2 . Pada absorpsi secara kimia, ketika CO_2 terlarut maka bereaksi dengan air untuk membentuk asam karbonat (H_2CO_3), yang kemudian dapat terurai menjadi ion hidrogen (H^+) dan ion bikarbonat (HCO_3^-), menyebabkan penurunan pH air dan menjadikannya lebih asam. Pada proses ini tidak hanya mengurangi konsentrasi CO_2 dalam aliran gas yang keluar, akan tetapi mengubah sifat kimia air, sehingga dapat meningkatkan efisiensi pengendalian emisi gas

berbahaya. Maka itu, kombinasi dari fenomena fisik dan kimia ini menjadikan *Ventury wet scrubber* efektif dalam mereduksi emisi CO₂. Selain peran absorpsi fisik dan kimia terdapat peran penting dalam mereduksi emisi, yang mana diameter droplet yang halus dapat memaksimalkan efisiensi pengumpulan partikel. Droplet yang lebih kecil memiliki efisiensi target yang lebih tinggi karena meningkatkan kecepatan relatif antara gas dan droplet air, sehingga dapat meningkatkan pengumpulan partikel dan gas [21]. Adapun reaksi gas CO₂ dengan air dapat dilihat pada persamaan dibawah ini:



Reaksi CO₂ dengan air merupakan reaksi kesetimbangan yang membentuk H⁺ dan HCO₃⁻ (asam karbonat), di mana asam karbonat ini merupakan jenis asam lemah yang dapat menyebabkan korosi, karena itu proses absorpsi CO₂ dengan air lebih dinyatakan sebagai absorpsi fisik bukan absorpsi kimia [16].

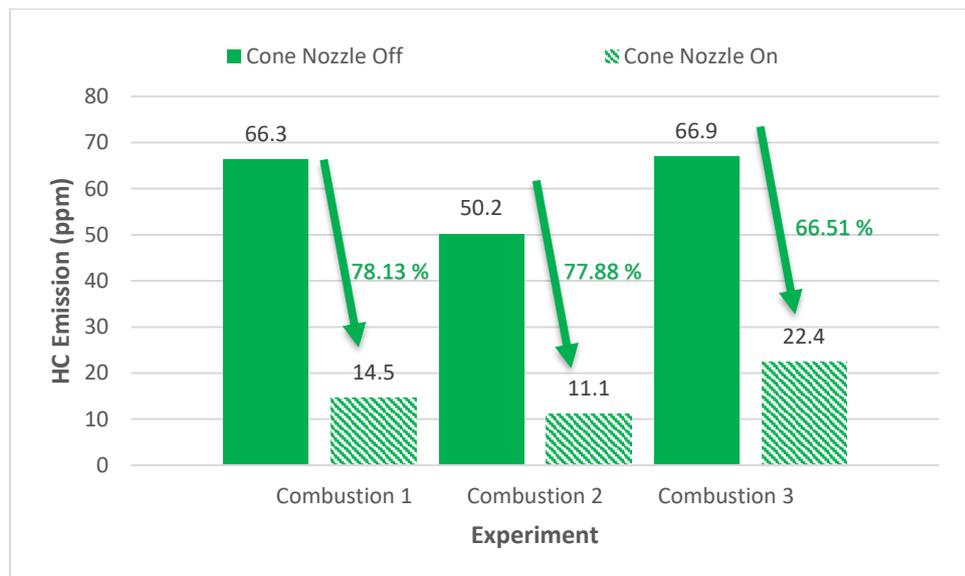
4.3 Analisis Emisi Hidrokarbon (HC)

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan selama tiga kali pembakaran pada masing-masing variabel pembakaran, dimana pada variabel pembakaran pertama melakukan tiga kali pembakaran pada insinerator dengan kondisi *cone nozzle* pada *ventury wet scrubber* mati, lalu pada variabel pembakaran kedua melakukan 3 kali pembakaran dengan kondisi insinerator dan *cone nozzle* pada *ventury wet scrubber* menyala. Adapun data yang diperoleh pada hasil pembakaran terdapat pada grafik perbandingan HC dibawah ini:

Tabel 4.5 Perbandingan Persentase Penurunan Nilai Emisi HC

<i>Combustion</i>	<i>HC Emission</i>		
	<i>Cone Nozzle Off (%)</i>	<i>Cone Nozzle On (%)</i>	<i>Degrease (%)</i>
<i>Combustion 1</i>	66.3	14.5	78.13
<i>Combustion 2</i>	50.2	11.1	77.88
<i>Combustion 3</i>	66.9	22.4	66.51
<i>Average</i>	61.1	16	73.81

Berdasarkan data dari tabel perbandingan persentase penurunan nilai emisi Hidrokarbon (HC), dapat disimpulkan bahwa nilai penurunan hasil dari pembakaran pertama sampai dengan ketiga pada nilai rata-rata pembakaran yakni mencapai 73.81 %. Nilai penurunan emisi HC dari proses pembakaran pertama sampai ketiga dapat direpresentasikan pada grafik dibawah ini:



Gambar 4.3 Grafik Penurunan Nilai Emisi HC

Berdasarkan data grafik yang diperoleh pada grafik pembakaran dengan nilai emisi Hidrokarbon (HC). Dapat diketahui bahwa dengan menggunakan *cone nozzle* pada *ventury wet scrubber* dapat menurunkan emisi gas buang pada insinerator. Hal ini dapat diketahui pada besaran nilai emisi HC tanpa menggunakan *cone nozzle* pada *ventury wet scrubber* mendapatkan hasil pada pembakaran pertama 66.3 ppm, Lalu pada pembakaran kedua memperoleh hasil 50.2 ppm, dan pada pembakaran ketiga memperoleh hasil 66.9 ppm. Sedangkan pada besaran nilai emisi HC dengan menggunakan *cone nozzle* pada *ventury wet scrubber* mendapatkan hasil pada pembakaran pertama 14.5 ppm, lalu pada pembakaran kedua memperoleh hasil 1.11 ppm, dan pada pembakaran ketiga memperoleh hasil 22.4 ppm. Berdasarkan hasil pengambilan data pada nilai emisi HC dari pertama, kedua, dan ketiga mendapatkan nilai penurunan emisi. Pada pembakaran pertama penurunan nilai emisi sebesar 78.13%, Pada pembakaran kedua mendapatkan nilai penurunan emisi sebesar

77.88%, dan pada pembakaran ketiga mendapatkan nilai penurunan emisi sebesar 66.51%.

Hidrokarbon (HC) merupakan senyawa kimia yang terdiri dari atom karbon (C) dan hidrogen (H). Hidrokarbon terbentuk akibat pembakaran tidak sempurna, dimana senyawa hidrokarbon tidak sempurna dan terbuang ke udara. Pada *Ventury Wet Scrubber*, ketika gas Hidrokarbon (HC) bertemu dengan *water spray*, terjadi satu fenomena utama yang bekerja bersama untuk mereduksi HC yakni absorpsi fisik dan absorpsi kimia. Secara fisik, air yang disemprotkan teratomisasi menjadi droplet-droplet kecil pada ruang menyempit (*throat*) pada *ventury wet scrubber* untuk meningkatkan luas permukaan kontak dengan gas HC, sehingga partikel HC yang lebih berat akan larut dalam air (seperti senyawa hidrokarbon polar) terperangkap dalam droplet air melalui proses impaksi dan absorpsi fisik [22]. Pada absorpsi secara kimia, air murni (H₂O) tidak bereaksi secara signifikan dengan HC karena HC umumnya bersifat non-polar dan tidak mudah larut atau bereaksi dengan air. Namun, fenomena fisik tetap terjadi, di mana droplet air menangkap partikel HC melalui proses impaksi dan absorpsi fisik, terutama untuk senyawa HC yang lebih berat atau memiliki sedikit polaritas.

4.4 Analisis Kandungan Gas Oksigen (O₂)

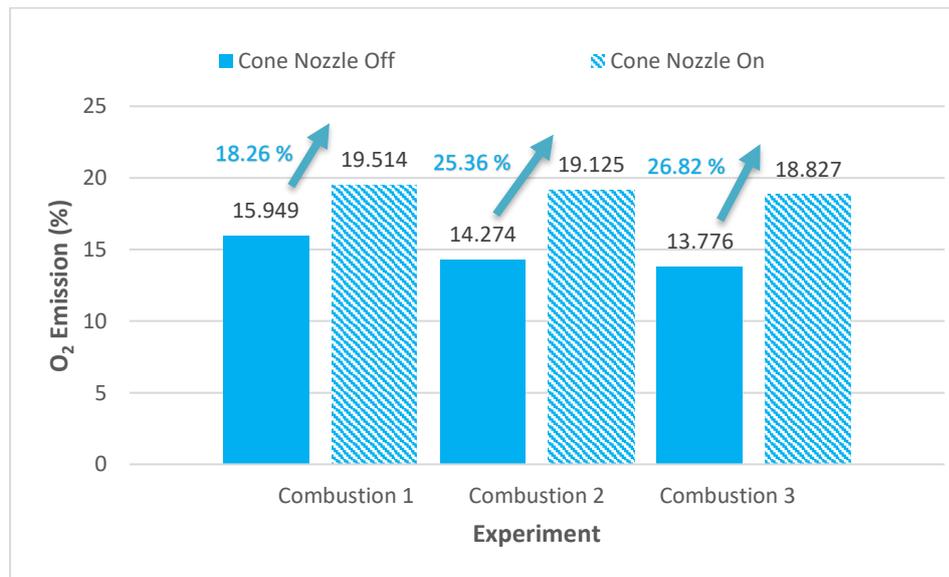
Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan selama tiga kali pembakaran pada masing-masing variabel pembakaran, dimana pada variabel pembakaran pertama melakukan tiga kali pembakaran pada insinerator dengan kondisi *cone nozzle* pada *ventury wet scrubber* mati, lalu pada variabel pembakaran kedua melakukan 3 kali pembakaran dengan kondisi insinerator dan *cone nozzle* pada *ventury wet scrubber* menyala. Adapun data yang diperoleh pada hasil pembakaran terdapat pada tabel perubahan O₂ dibawah ini:

Tabel 4.6 Perbandingan Persentase Perubahan Nilai Emisi O₂

<i>Combustion</i>	<i>O₂ Emission</i>		
	<i>Cone Nozzle Off (%)</i>	<i>Cone Nozzle On (%)</i>	<i>Degrease (%)</i>
<i>Combustion 1</i>	15.949	19.514	18.26
<i>Combustion 2</i>	14.274	19.125	25.36

<i>Combustion 3</i>	13.776	18.827	26.82
<i>Average</i>	14.666	19.155	23.43

Berdasarkan data dari tabel perbandingan persentase perubahan nilai emisi Oksigen (O_2), dapat disimpulkan bahwa nilai perubahan hasil dari pembakaran pertama sampai dengan ketiga pada nilai rata-rata pembakaran yakni mencapai 23.43%. Nilai perubahan emisi O_2 dari proses pembakaran pertama sampai ketiga dapat direpresentasikan pada grafik dibawah ini:



Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Nilai Emisi O_2

Berdasarkan data grafik yang diperoleh pada grafik pembakaran dengan nilai emisi Oksigen (O_2). Dapat diketahui bahwa dengan menggunakan *cone nozzle* pada *ventury wet scrubber* dapat menurunkan emisi gas buang pada insinerator. Hal ini dapat diketahui pada besaran nilai O_2 tanpa menggunakan *cone nozzle* pada *ventury wet scrubber* mendapatkan hasil pada pembakaran pertama 15.949%, Lalu pada pembakaran kedua memperoleh hasil 14.274%, dan pada pembakaran ketiga memperoleh hasil 13.776. Sedangkan pada besaran nilai O_2 dengan menggunakan *cone nozzle* pada *ventury wet scrubber* mendapatkan hasil pada pembakaran pertama 19.514%, lalu pada pembakaran kedua memperoleh hasil 19.125%, dan pada pembakaran ketiga memperoleh hasil 18.827%. Berdasarkan hasil pengambilan data pada nilai O_2 dari pertama,

kedua, dan ketiga mendapatkan nilai perubahan emisi. Pada pembakaran pertama nilai perubahan sebesar 18.26%, Pada pembakaran kedua mendapatkan nilai perubahan sebesar 25.36%, dan pada pembakaran ketiga mendapatkan nilai perubahan sebesar 26.82%.

Proses pembakaran dalam insinerator membutuhkan banyak oksigen untuk mencapai pembakaran yang sempurna. Untuk menjaga jumlah oksigen dalam insinerator tetap konstan, saluran yang menghubungkan blower digunakan untuk menyediakan oksigen selama proses pembakaran. Terdapat perubahan pada nilai Oksigen (O_2) yang dimana berbanding terbalik dengan nilai Karbon Monoksida (CO), Karbon Dioksida (CO_2), dan Hidrokarbon (HC). Hal ini dikarenakan Oksigen merupakan unsur kimia yang sangat penting dalam proses pembakaran, yang dimana dalam proses pembakaran terjadi reaksi kimia antara bahan bakar dengan oksidator. Hal ini menyebabkan Oksigen (O_2) yang tersisa pada proses pembakaran tidak terikat oleh zat kimia yang terdapat pada bahan bakar pada saat proses pembakaran. Kelebihan oksigen ini membantu mengoksidasi bahan bakar menjadi lebih efisien, untuk mengurangi pembentukan proses pembakaran yang tidak diinginkan seperti karbon (C) untuk membentuk Karbon Monoksida (CO) dan Karbon Dioksida (CO_2) yang akhirnya menyebabkan pada kondisi *cone nozzle* pada *ventury wet scrubber* yang digunakan memperoleh nilai oksigen lebih banyak dibandingkan dengan keadaan hanya menggunakan insinerator saja. Hal ini didukung oleh interaksi antara gas Oksigen (O_2) dan air (H_2O) dapat meningkatkan nilai oksigen terlarut melalui proses absorpsi yang efisien dan peningkatan turbulensi melalui desain *ventury*, sehingga air dan oksigen yang bercampur dapat berpindah ke fase gas yang dapat meningkatkan nilai Oksigen (O_2). Dalam sistem pembakaran, konsentrasi oksigen (O_2) berbanding terbalik dengan kadar karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO_2).

4.5 Pengaruh Penggunaan *Cone Nozzle* Pada *Ventury Wet Scrubber* Untuk Mereduksi Emisi Gas Buang Insinerator

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, maka dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan nilai penurunan emisi gas buang pada

masing-masing zat. Adapun nilai penurunan emisi gas buang adalah sebagai berikut:

Tabel 4.7 Perbandingan Persentase Perubahan Nilai Emisi *Cone Nozzle Off* dan *Cone Nozzle On*

<i>Description</i>	<i>Emission</i>			
	CO (%)	CO ₂ (%)	HC (ppm)	O ₂ (%)
<i>Cone Nozzle Off</i>	0.33	5.30	61.1	14.666
<i>Cone Nozzle On</i>	0.064	1.56	16	19.155
<i>Degrease (%)</i>	80.60	70.56	73.81	23.43

Berdasarkan data grafik yang diperoleh setelah melakukan proses pengambilan data 3 kali pada masing-masing variabel. Dapat diketahui bahwa dengan menggunakan *cone nozzle* pada *ventury wet scrubber* dapat menurunkan emisi gas buang pada insinerator. Hal ini dapat diketahui pada besaran nilai emisi CO, CO₂, HC, dan O₂. Dari hasil pengujian yang sudah dilakukan selama 3 kali lalu di rata-ratakan, Pada nilai tanpa *cone nozzle* memperoleh nilai sebesar 0.33%, Lalu dengan menggunakan *cone nozzle* pada *ventury wet scrubber* memperoleh nilai sebesar 0.064%, Maka mendapatkan nilai rata-rata penurunan dari kedua variabel tersebut, pada karbon monoksida (CO) mendapatkan nilai penurunan sebesar 80.60%. Berdasarkan nilai karbon dioksida (CO₂), Pada nilai tanpa *cone nozzle* memperoleh nilai sebesar 5.30%, Lalu dengan menggunakan *cone nozzle* pada *ventury wet scrubber* memperoleh nilai sebesar 1.56%, Maka mendapatkan nilai rata-rata penurunan dari kedua variabel tersebut, pada karbon dioksida (CO₂) mendapatkan nilai penurunan sebesar 70.56%. Berdasarkan nilai hidrokarbon (HC), Pada nilai tanpa *cone nozzle* memperoleh nilai sebesar 61.1 ppm, Lalu dengan menggunakan *cone nozzle* pada *ventury wet scrubber* memperoleh nilai sebesar 16 ppm, Maka mendapatkan nilai rata-rata penurunan dari kedua variabel tersebut, pada hidrokarbon (HC) mendapatkan nilai penurunan sebesar 73.81%. Namun, pada gas Oksigen O₂ terdapat kenaikan nilai rata-rata pada nilai tanpa *cone nozzle* memperoleh nilai sebesar 14.666%, Lalu dengan menggunakan *cone nozzle* pada *ventury wet scrubber* memperoleh nilai sebesar 19.155%, Maka

mendapatkan nilai rata-rata kenaikan dari kedua variabel tersebut, pada oksigen (O_2) mendapatkan nilai kenaikan sebesar 23.43%. Hal ini disebabkan karena tidak terikatnya sisa oksigen dengan emisi gas buang lainnya seperti Karbon (C) untuk membentuk karbon monoksida (CO) atau karbon dioksida (CO_2).

Berdasarkan hasil penurunan emisi gas buang yang dihasilkan oleh insinerator dan direduksi oleh *ventury wet scrubber* dengan menggunakan tipe *water spray cone nozzle*. Dapat disimpulkan bahwa peran *cone nozzle* pada *ventury wet scrubber* sangat berpengaruh pada penurunan emisi gas buang insinerator. Hal ini terjadi karena emisi gas yang keluar dari insinerator dipaksa masuk dengan kecepatan tinggi pada bagian *throat* pada *ventury wet scrubber* yang sangat kecil, *cone nozzle* berperan sebagai penyemprot cairan air pada dinding venturi dan menghasilkan droplet sangat kecil dalam jumlah sangat banyak, yang berfungsi untuk menangkap polutan gas secara efektif [10]. Pada *cone nozzle* memiliki desain yang sangat penting dalam mengontrol pola semprotan dan ukuran *droplet* yang dihasilkan. *Cone nozzle* memanfaatkan prinsip *pressure-swirl atomization*, di mana cairan diberi tekanan tinggi dan dialirkan melalui ruang pusaran (*swirl chamber*) sebelum keluar melalui *orifice*. *Nozzle* ini menggunakan *X-type swirl-insert*, yaitu komponen yang menciptakan gerakan berputar pada cairan sebelum keluar, sehingga menghasilkan semprotan yang lebih halus dan merata [12]. Oleh karena itu, penggunaan tipe *water spray* ini sangat cocok digunakan untuk proses absorpsi emisi gas buang insinerator, dengan didukung oleh teori tabrakan *droplet* air dalam konteks absorpsi gas yang menunjukkan bahwa dengan memanfaatkan proses pembentukan dan interaksi *droplet*, emisi gas berbahaya seperti karbon monoksida dan karbon dioksida dapat dikurangi secara signifikan. Proses ini sangat penting dalam teknologi penyemprotan, seperti pada *Ventury Wet Scrubber*, di mana semakin kecil ukuran *droplet*, semakin besar luas permukaannya, sehingga lebih efektif dalam menangkap dan menyerap polutan gas [18].

4.6 Analisa Ambang Batas Nilai Emisi Berdasarkan Standar

Proses pembakaran sampah secara termal, khususnya melalui metode insinerasi, merupakan salah satu teknik pengolahan limbah yang umum diterapkan di Indonesia. Meskipun efektif dalam mengurangi volume limbah secara signifikan, metode ini juga berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, terutama akibat emisi gas buang yang dihasilkan selama proses pembakaran. Oleh karena itu, penelitian ini mengacu pada standar yang sudah diatur dalam peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.70/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 Tentang Baku Mutu Emisi Usaha Dan/Atau Kegiatan Pengolahan Sampah Secara Termal [20].

Berdasarkan Penelitian yang sudah dilakukan dengan pengujian emisi gas buang insinerator dengan menggunakan gas *analyzer* didapatkan nilai gas CO, CO₂, HC, dan O₂. Dengan dilakukannya penelitian ini, langkah selanjutnya adalah dengan membuktikan hasil emisi gas dengan pengaruh *cone nozzle* pada *ventury wet scrubber* untuk menurunkan emisi gas buang insinerator apakah sesuai dengan standar ambang batas yang sudah ditetapkan. Maka, digunakan nilai emisi gas CO sesuai pada tabel 2.1. Berdasarkan standar baku emisi Kegiatan Pengolahan Sampah Secara Termal melalui metode insinerasi yaitu sebesar 625 mg/Nm³. Adapun tabel perbandingan nilai hasil gas CO adalah sebagai berikut:

Tabel 4.8 Perbandingan Nilai Hasil Penelitian Gas CO dengan Standar Baku Emisi P.70/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016.

Variabel	Nilai Hasil Emisi Gas CO		Klasifikasi
	Nilai Konversi (mg/Nm ³)	Standar Menteri LHK (mg/Nm ³)	
<i>Cone Nozzle Off</i>	3780	625	Tidak Memenuhi Standar
<i>Cone Nozzle On</i>	733	625	Tidak Memenuhi Standar

Berdasarkan perbandingan nilai ambang batas gas CO dengan Standar Baku Emisi P.70/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016. Dengan hasil pengukuran emisi gas CO, diketahui bahwa pada kondisi *cone nozzle off*, nilai emisi mencapai 3780 mg/Nm³, sedangkan saat *cone nozzle on*, nilainya menurun drastis menjadi 733 mg/Nm³. Hasil nilai penurunan emisi ketika *cone nozzle* dinyalakan hampir mendekati batas ambang yang telah ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (LHK), yaitu sebesar 625 mg/Nm³. Oleh karena itu, baik dalam kondisi *cone nozzle off* maupun *on*, sistem insinerator dinyatakan tidak memenuhi standar emisi gas buang untuk parameter CO. Dengan hal ini, Efisiensi penurunan emisi gas CO mencapai sekitar 80,6%, yang mengindikasikan bahwa penggunaan *cone nozzle* secara signifikan mampu menurunkan kadar polutan dalam emisi gas buang insinerator, meskipun belum sepenuhnya memenuhi standar lingkungan yang berlaku.