

LAMPIRAN

Data Emisi Gas Buang Hasil Pembakaran Menggunakan Insinerator
Tanggal 23 Desember 2024

○ **Pembakaran 1 Kondisi Scrubber Mati**

Nilai Emisi Gas Buang				
Data ke-	Emisi			
	CO (%)	HC (ppm)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)
1	0,69	68	5,7	14,32
2	0,49	115	3,9	16,11
3	0,34	70	3,4	16,80
4	0,27	76	4,1	15,94
5	0,23	67	4,1	15,92
6	0,16	56	3,3	16,87
7	0,18	55	3,6	16,43
8	0,28	58	5,6	14,42
9	0,16	51	4,2	15,83
10	0,23	47	3,4	16,85
Rata-Rata	0.303	66.3	4.13	15.949

○ **Pembakaran 2 Kondisi Scrubber Mati**

Nilai Emisi Gas Buang				
Data ke-	Emisi			
	CO (%)	HC (ppm)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)
1	0.23	41	3.8	15.94
2	0,68	55	12,5	7,16
3	0,48	63	6,6	13,41
4	0,70	56	10,9	8,78
5	0,27	41	5,3	14,87
6	0,44	38	6,3	13,66
7	0,25	46	3,5	16,06
8	0.09	49	2.6	17.75
9	0.31	51	3	17.23
10	0.16	62	2.5	17.88
Rata-Rata	0.361	50.2	5.7	14.274

○ **Pembakaran 3 Kondisi Scrubber Mati**

Nilai Emisi Gas Buang				
Data ke-	Emisi			
	CO (%)	HC (ppm)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)
1	0,44	74	3,3	16,83
2	0,33	76	3,1	17,16
3	0,20	47	5,5	14,49
4	0,26	60	7,2	12,65
5	0,41	81	9,2	10,43
6	0,22	50	7,7	11,88
7	0,73	97	8,7	10,81
8	0,35	69	6,3	13,44
9	0,30	63	5,6	14,29
10	0,16	52	4,2	15,78
Rata-Rata	0.34	66.9	6.08	13.776

Data Emisi Gas Buang Menggunakan Cairan Amonia Pada Scrubber
Tanggal 25 Desember 2024

- **Pembakaran 1 Kondisi Scrubber Nyala Dengan Cairan Amonia Konsentrasi 1%**

Nilai Emisi Gas Buang				
Data ke-	Emisi			
	CO (%)	HC (ppm)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)
1	0,03	16	1,8	19,05
2	0,04	21	2,5	18,08
3	0,05	24	3,2	17,04
4	0,25	23	3,4	16,98
5	0,14	17	2,5	18,19
6	0,13	16	2,7	18,06
7	0,10	12	2,0	18,85
8	0,06	0	2,0	18,75
9	0,41	0	4,1	15,74
10	0,09	11	1,9	19,22
Rata-Rata	0.13	14	2.61	17.996

- **Pembakaran 2 Kondisi Scrubber Nyala dengan cairan amonia konsentrasi 1%**

Nilai Emisi Gas Buang				
Data ke-	Emisi			
	CO (%)	HC (ppm)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)
1	0,09	29	3,4	16,75
2	0,11	31	3,1	17,02
3	0,09	16	1,8	19,11
4	0,09	14	2,0	18,93
5	0,19	20	3,4	17,01
6	0,19	28	3,1	17,03
7	0,08	19	1,7	19,32
8	0,12	20	2,2	18,69
9	0,00	34	0,8	19,91
10	0,00	29	0,0	20,54
Rata-Rata	0.096	24	2.15	18.431

- **Pembakaran 3 Kondisi Scrubber Nyala dengan cairan amonia konsentrasi 1%**

Nilai Emisi Gas Buang				
Data ke-	Emisi			
	CO (%)	HC (ppm)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)
1	0,22	38	2,5	17,86
2	0,17	38	3,3	16,55
3	0,21	37	2,7	17,70
4	0,14	31	2,3	18,85
5	0,16	30	2,2	18,32
6	0,15	28	2,2	18,43
7	0,12	30	2,0	18,53
8	0,13	31	2,0	18,47
9	0,16	38	2,7	17,52
10	0,16	30	3,1	16,89
Rata-Rata	0.162	33.1	2.5	17.912

- **Pembakaran 1 Kondisi Scrubber Nyala dengan cairan amonia konsentrasi 3%**

Nilai Emisi Gas Buang				
Data ke-	Emisi			
	CO (%)	HC (ppm)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)
1	0,00	1	0,2	20,34
2	0,02	17	1,3	19,36
3	0,01	18	1,1	19,55
4	0,04	19	1,9	18,47
5	0,03	20	1,8	18,51
6	0,04	22	2,3	17,77
7	0,05	25	1,8	18,30
8	0,12	27	2,8	16,91
9	0,05	27	2,4	17,71
10	0,05	27	2,3	17,69
Rata-Rata	0.041	20.3	1.79	18.461

- **Pembakaran 2 Kondisi Scrubber Nyala dengan cairan amonia konsentrasi 3%**

Nilai Emisi Gas Buang				
Data ke-	Emisi			
	CO (%)	HC (ppm)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)
1	0,04	4	1,3	19,21
2	0,15	21	2,1	18,13
3	0,07	11	1,7	18,96
4	0,22	18	1,8	18,55
5	0,11	4	1,8	18,51
6	0,15	9	2,9	17,26
7	0,17	10	2,9	17,18
8	0,15	10	2,8	17,56
9	0,24	15	3,1	16,56
10	0,15	10	2,9	17,32
Rata-Rata	0.145	11.2	2.33	17.924

- **Pembakaran 3 Kondisi Scrubber Nyala dengan cairan amonia konsentrasi 3%**

Nilai Emisi Gas Buang				
Data ke-	Emisi			
	CO (%)	HC (ppm)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)
1	0,08	2	2,8	17,12
2	0,19	11	3,2	16,42
3	0,18	10	3,0	16,79
4	0,18	9	3,2	16,60
5	0,11	10	2,4	17,96
6	0,17	12	2,9	17,17
7	0,09	6	2,1	18,34
8	0,15	11	2,8	17,30
9	0,15	10	2,9	17,12
10	0,15	9	2,9	17,20
Rata-Rata	0.145	9	2.82	17.202

- **Data Optimum Nilai Emisi Gas Buang CO, HC, CO₂, Dan O₂**
 - **Kondisi Scrubber Non-Aktif tanpa cairan amonia (AA0)**

Pembakaran	Rata-Rata Nilai Emisi			
	CO (%)	HC (ppm)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)
1	0.278	73.17	3.73	16.35
2	0.470	49.83	7.52	15.66
3	0.358	68.50	6.90	12.90
Rata-Rata	0.369	63.83	6.05	14.97

➤ **Kondisi Scrubber Nyala dengan cairan amonia konsentrasi 1% (AA1)**

Pembakaran	Rata-Rata Nilai Emisi			
	CO (%)	HC (ppm)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)
1	0.118	18.83	2.72	17.87
2	0.125	21.33	2.52	18.07
3	0.158	32.33	2.45	18.06
Rata-Rata	0.134	24.17	2.56	18.0

➤ **Kondisi Scrubber Nyala dengan cairan amonia konsentrasi 3% (AA3)**

Pembakaran	Rata-Rata Nilai Emisi			
	CO (%)	HC (ppm)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)
1	0.032	20.17	1.70	18.66
2	0.145	12.17	2.20	18.10
3	0.153	9.67	2.80	17.21
Rata-Rata	0.110	14.0	2.23	17.991

Perhitungan Persentase Emisi Gas Buang

- **Pesentase Penurunan Emisi Gas CO Pembakaran 1 dengan Larutan Amonia Konsentrasi 1%**

$$\%Penurunan = \frac{\text{Nilai Ventury Amonia 1\%} - \text{Nilai Ventury Mati}}{\text{Nilai Ventury Mati}} \times 100\%$$

$$\%Penurunan = \frac{0,118 - 0,278}{0,278} \times 100\%$$

$$\%Penurunan = 57,49\%$$

- **Pesentase Penurunan Emisi Gas CO Pembakaran 2 dengan Larutan Amonia Konsentrasi 1%**

$$\%Penurunan = \frac{\text{Nilai Ventury Amonia 1\%} - \text{Nilai Ventury Mati}}{\text{Nilai Ventury Mati}} \times 100\%$$

$$\%Penurunan = \frac{0,125 - 0,47}{0,47} \times 100\%$$

$$\%Penurunan = 73,4\%$$

- **Pesentase Penurunan Emisi Gas CO Pembakaran 3 dengan Larutan Amonia Konsentrasi 1%**

$$\%Penurunan = \frac{\text{Nilai Ventury Amonia 1\%} - \text{Nilai Ventury Mati}}{\text{Nilai Ventury Mati}} \times 100\%$$

$$\%Penurunan = \frac{0,158 - 0,358}{0,358} \times 100\%$$

$$\%Penurunan = 55,81\%$$

- **Pesentase Penurunan Emisi Gas CO Pembakaran 1 dengan Larutan Amonia Konsentrasi 3%**

$$\%Penurunan = \frac{\text{Nilai Ventury Amonia 3\%} - \text{Nilai Ventury Mati}}{\text{Nilai Ventury Mati}} \times 100\%$$

$$\%Penurunan = \frac{0,032 - 0,278}{0,278} \times 100\%$$

$$\%Penurunan = 88,62\%$$

- **Pesentase Penurunan Emisi Gas CO Pembakaran 2 dengan Larutan Amonia Konsentrasi 3%**

$$\%Penurunan = \frac{\text{Nilai Ventury Amonia 3\%} - \text{Nilai Ventury Mati}}{\text{Nilai Ventury Mati}} \times 100\%$$

$$\%Penurunan = \frac{0,145 - 0,47}{0,47} \times 100\%$$

$$\%Penurunan = 69,15\%$$

- **Pesentase Penurunan Emisi Gas CO Pembakaran 3 dengan Larutan Amonia Konsentrasi 3%**

$$\%Penurunan = \frac{\text{Nilai Ventury Amonia 3\%} - \text{Nilai Ventury Mati}}{\text{Nilai Ventury Mati}} \times 100\%$$

$$\%Penurunan = \frac{0,153 - 0,358}{0,358} \times 100\%$$

$$\%Penurunan = 57,21\%$$

- **Pesentase Penurunan Emisi Gas HC Pembakaran 1 dengan Larutan Amonia Konsentrasi 1%**

$$\%Penurunan = \frac{\text{Nilai Ventury Amonia 1\%} - \text{Nilai Ventury Mati}}{\text{Nilai Ventury Mati}} \times 100\%$$

$$\%Penurunan = \frac{18,83 - 73,17}{73,17} \times 100\%$$

$$\%Penurunan = 74,26\%$$

- **Pesentase Penurunan Emisi Gas HC Pembakaran 2 dengan Larutan Amonia Konsentrasi 1%**

$$\%Penurunan = \frac{\text{Nilai Ventury Amonia 1\%} - \text{Nilai Ventury Mati}}{\text{Nilai Ventury Mati}} \times 100\%$$

$$\%Penurunan = \frac{21,33 - 48,83}{48,83} \times 100\%$$

$$\%Penurunan = 57,19\%$$

- **Pesentase Penurunan Emisi Gas HC Pembakaran 3 dengan Larutan Amonia Konsentrasi 1%**

$$\%Penurunan = \frac{\text{Nilai Ventury Amonia 1\%} - \text{Nilai Ventury Mati}}{\text{Nilai Ventury Mati}} \times 100\%$$

$$\%Penurunan = \frac{32,33 - 68,5}{68,5} \times 100\%$$

$$\%Penurunan = 52,8\%$$

- **Pesentase Penurunan Emisi Gas HC Pembakaran 1 dengan Larutan Amonia Konsentrasi 3%**

$$\%Penurunan = \frac{Nilai\ Ventury\ Amonia\ 3\% - Nilai\ Ventury\ Mati}{Nilai\ Ventury\ Mati} \times 100\%$$

$$\%Penurunan = \frac{20,17 - 73,17}{73,17} \times 100\%$$

$$\%Penurunan = 72,44\%$$

- **Pesentase Penurunan Emisi Gas HC Pembakaran 2 dengan Larutan Amonia Konsentrasi 3%**

$$\%Penurunan = \frac{Nilai\ Ventury\ Amonia\ 3\% - Nilai\ Ventury\ Mati}{Nilai\ Ventury\ Mati} \times 100\%$$

$$\%Penurunan = \frac{12,17 - 49,83}{49,83} \times 100\%$$

$$\%Penurunan = 75,59\%$$

- **Pesentase Penurunan Emisi Gas HC Pembakaran 3 dengan Larutan Amonia Konsentrasi 3%**

$$\%Penurunan = \frac{Nilai\ Ventury\ Amonia\ 3\% - Nilai\ Ventury\ Mati}{Nilai\ Ventury\ Mati} \times 100\%$$

$$\%Penurunan = \frac{9,67 - 68,5}{68,5} \times 100\%$$

$$\%Penurunan = 85,89\%$$

- **Pesentase Penurunan Emisi Gas CO_2 Pembakaran 1 dengan Larutan Amonia Konsentrasi 1%**

$$\%Penurunan = \frac{Nilai\ Ventury\ Amonia\ 1\% - Nilai\ Ventury\ Mati}{Nilai\ Ventury\ Mati} \times 100\%$$

$$\%Penurunan = \frac{2,72 - 3,73}{3,73} \times 100\%$$

$$\%Penurunan = 27,23\%$$

- **Pesentase Penurunan Emisi Gas CO_2 Pembakaran 2 dengan Larutan Amonia Konsentrasi 1%**

$$\%Penurunan = \frac{Nilai\ Ventury\ Amonia\ 1\% - Nilai\ Ventury\ Mati}{Nilai\ Ventury\ Mati} \times 100\%$$

$$\%Penurunan = \frac{2,52 - 7,52}{7,52} \times 100\%$$

$$\%Penurunan = 66,52\%$$

- **Pesentase Penurunan Emisi Gas CO_2 Pembakaran 3 dengan Larutan Amonia Konsentrasi 1%**

$$\%Penurunan = \frac{Nilai\ Ventury\ Amonia\ 1\% - Nilai\ Ventury\ Mati}{Nilai\ Ventury\ Mati} \times 100\%$$

$$\%Penurunan = \frac{2,45 - 6,9}{6,9} \times 100\%$$

$$\%Penurunan = 64,49\%$$

- **Pesentase Penurunan Emisi Gas CO_2 Pembakaran 1 dengan Larutan Amonia Konsentrasi 3%**

$$\%Penurunan = \frac{Nilai\ Ventury\ Amonia\ 3\% - Nilai\ Ventury\ Mati}{Nilai\ Ventury\ Mati} \times 100\%$$

$$\%Penurunan = \frac{1,7 - 3,73}{3,73} \times 100\%$$

$$\%Penurunan = 54,46\%$$

- **Pesentase Penurunan Emisi Gas CO_2 Pembakaran 2 dengan Larutan Amonia Konsentrasi 3%**

$$\%Penurunan = \frac{Nilai\ Ventury\ Amonia\ 3\% - Nilai\ Ventury\ Mati}{Nilai\ Ventury\ Mati} \times 100\%$$

$$\%Penurunan = \frac{2,2 - 7,52}{7,52} \times 100\%$$

$$\%Penurunan = 70,73\%$$

- **Pesentase Penurunan Emisi Gas CO_2 Pembakaran 3 dengan Larutan Amonia Konsentrasi 3%**

$$\%Penurunan = \frac{Nilai\ Ventury\ Amonia\ 3\% - Nilai\ Ventury\ Mati}{Nilai\ Ventury\ Mati} \times 100\%$$

$$\%Penurunan = \frac{2,8 - 6,9}{6,9} \times 100\%$$

$$\%Penurunan = 59,42\%$$

- **Pesentase Kenaikan Emisi Gas O_2 Pembakaran 1 dengan Larutan Amonia Konsentrasi 1%**

$$\%Kenaikan = \frac{\text{Nilai Ventury Amonia 1\%} - \text{Nilai Ventury Mati}}{\text{Nilai Ventury Mati}} \times 100\%$$

$$\%Kenaikan = \frac{17,87 - 16,35}{16,35} \times 100\%$$

$$\%Kenaikan = 9,31\%$$

- **Pesentase Kenaikan Emisi Gas O_2 Pembakaran 2 dengan Larutan Amonia Konsentrasi 1%**

$$\%Kenaikan = \frac{\text{Nilai Ventury Amonia 1\%} - \text{Nilai Ventury Mati}}{\text{Nilai Ventury Mati}} \times 100\%$$

$$\%Kenaikan = \frac{18,07 - 15,6}{15,66} \times 100\%$$

$$\%Kenaikan = 15,41\%$$

- **Pesentase Kenaikan Emisi Gas O_2 Pembakaran 3 dengan Larutan Amonia Konsentrasi 1%**

$$\%Kenaikan = \frac{\text{Nilai Ventury Amonia 1\%} - \text{Nilai Ventury Mati}}{\text{Nilai Ventury Mati}} \times 100\%$$

$$\%Kenaikan = \frac{18,06 - 12,9}{12,9} \times 100\%$$

$$\%Kenaikan = 39,99\%$$

- **Pesentase Kenaikan Emisi Gas O_2 Pembakaran 1 dengan Larutan Amonia Konsentrasi 3%**

$$\%Kenaikan = \frac{\text{Nilai Ventury Amonia 3\%} - \text{Nilai Ventury Mati}}{\text{Nilai Ventury Mati}} \times 100\%$$

$$\%Kenaikan = \frac{18,46 - 15,95}{15,95} \times 100\%$$

$$\%Kenaikan = 15\%$$

- **Pesentase Kenaikan Emisi Gas O_2 Pembakaran 2 dengan Larutan Amonia Konsentrasi 3%**

$$\%Kenaikan = \frac{\text{Nilai Ventury Amonia 3\%} - \text{Nilai Ventury Mati}}{\text{Nilai Ventury Mati}} \times 100\%$$

$$\%Kenaikan = \frac{18,1 - 15,66}{15,66} \times 100\%$$

$$\%Kenaikan = 15,6\%$$

- **Pesentase Kenaikan Emisi Gas O_2 Pembakaran 3 dengan Larutan Amonia Konsentrasi 3%**

$$\%Kenaikan = \frac{\text{Nilai Ventury Amonia 3\%} - \text{Nilai Ventury Mati}}{\text{Nilai Ventury Mati}} \times 100\%$$

$$\%Kenaikan = \frac{17,21 - 12,9}{12,9} \times 100\%$$

$$\%Kenaikan = 33,40\%$$

Perhitungan Rata-Rata Penurunan Nilai Emisi Gas Pembakaran Sebanyak Tiga Kali Dengan Kondisi Ventury Menyala Menggunakan Larutan Amonia Konsentrasi 1% dan 3%

- **Larutan Amonia Konsentrasi 1%**

- a. Gas CO

$$\text{Rata - Rata \%Penurunan} = \frac{57,49 + 73,40 + 55,81}{3}$$

$$\text{Rata - Rata \%Penurunan} = 62,23\%$$

- b. Gas HC

$$\text{Rata - Rata \%Penurunan} = \frac{74,26 + 57,19 + 52,8}{3}$$

$$\text{Rata - Rata \%Penurunan} = 61,42\%$$

- c. Gas CO_2

$$\text{Rata - Rata \%Penurunan} = \frac{27,23 + 66,52 + 64,49}{3}$$

$$\text{Rata - Rata \%Penurunan} = 52,75\%$$

- d. Gas O_2

$$\text{Rata - Rata \%Kenaikan} = \frac{9,31 + 15,41 + 39,99}{3}$$

$$\text{Rata - Rata \%Kenaikan} = 21,57\%$$

- **Larutan Amonia Konsentrasi 3%**

- Gas CO

$$\text{Rata - Rata \%Penurunan} = \frac{88,62 + 69,15 + 57,21}{3}$$

$$\text{Rata - Rata \%Penurunan} = 71,66\%$$

- Gas HC

$$\text{Rata - Rata \%Penurunan} = \frac{72,44 + 75,59 + 85,89}{3}$$

$$\text{Rata - Rata \%Penurunan} = 77,97\%$$

- Gas CO₂

$$\text{Rata - Rata \%Penurunan} = \frac{54,46 + 70,73 + 59,42}{3}$$

$$\text{Rata - Rata \%Penurunan} = 61,54\%$$

- Gas O₂

$$\text{Rata - Rata \%Kenaikan} = \frac{14,16 + 15,6 + 33,40}{3}$$

$$\text{Rata - Rata \%Kenaikan} = 21,05\%$$

- **Nilai Penurunan dan Kenaikan Emisi Gas Buang Larutan Amonia Konsentrasi 1% dan Larutan Amonia Konsentrasi 3%**

Variabel	Emisi Gas Buang			
	CO (%)	HC (ppm)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)
Ventury Wet Scrubber Menyala Dengan Larutan Amonia Konsentrasi 1% (AA1)	-62.23	-61.42	-52.75	+21.57
Ventury Wet Scrubber Menyala Dengan Larutan Amonia Konsentrasi 3% (AA3)	-71.66	-77.97	-61.54	+21.05

Perhitungan Takaran Larutan Amonia

Rumus yang digunakan:

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

Keterangan:

C_1 = Konsentrasi larutan awal

V_1 = Volume larutan awal

C_2 = Konsentrasi larutan akhir

V_2 = Volume larutan akhir

- Perhitungan Larutan Cairan Amonia Konsentrasi 1%
 - $C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$
 - $25\% \times V_1 = 1\% \times 15l$
 - $V_1 = \frac{1\% \times 15l}{25\%}$
 - $V_1 = 0,6 \text{ liter}$
- Perhitungan Larutan Cairan Amonia Konsentrasi 3%
 - $C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$
 - $25\% \times V_1 = 1\% \times 15l$
 - $V_1 = \frac{3\% \times 15l}{25\%}$
 - $V_1 = 1,8 \text{ liter}$
 -

Perhitungan Konversi Nilai Emisi Gas CO Kedalam % ke mg/Nm^3

- Larutan Amonia Konsentrasi 1% (0,118%)

➤ Konversi dari Persen Volume ke mg/Nm^3 :

$$\text{Nilai dalam } mg/Nm^3: \frac{0,118}{100} \times 10.000 = 1180 \text{ } mg/Nm^3$$

- Larutan Amonia Konsentrasi 3% (0,032%)

➤ Konversi dari Persen Volume ke mg/Nm^3 :

$$\text{Nilai dalam } mg/Nm^3: \frac{0,032}{100} \times 10.000 = 320 \text{ } mg/Nm^3$$

DOKUMENTASI PENELITIAN

