

Unjuk Kerja Alat Pengendali Pencemaran Udara (Scrubber Basah) Hasil Pembakaran (Pirolisis) Plastik

Johannes Munintja Mawa¹, Akbar Daniel²

^{1,2} Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Manado, 0431-811568, 95252, Indonesia

Email: ¹ johnfienmawa@yahoo.co.id

No. Hp: ¹ 08124445483

Abstrak

Rancang bangun dan pengujian Alat Pengendalian Pencemaran Udara hasil Pembakaran (pirolisis) plastik bertujuan untuk membantu pengendalian pencemaran udara hasil pembakaran plastik untuk memperoleh bahan bakar cair dari plastik. Sampel plastik yang di gunakan terdiri dari 3 jenis, yaitu: kemasan plastik, gelas plastik dan campuran (kemasan dan gelas) plastik dengan berbagai variasi bukaan katup udara dan katup air. Hasil dari penelitian ini adalah: (1) Alat pengendalian pencemaran udara terdiri dari bahan dan komponen terdiri dari , pipa pvc, acrylic, katup pvc, pressure-gauge, pompa air, blower udara, combustion gas analyser. (2) Hasil pengujian Alat pengendalian pencemaran udara untuk masing-masing sample adalah sebagai berikut: Sample kemasan plastik kandungan rata-rata karbon-monoksida 43 (ppm). Gelas plastik kandungan rata-rata karbon-monoksida 61 (ppm). Campuran (kemasan dan gelas) plastik kandungan rata-rata karbon-monoksida 18 (ppm).

Kata Kunci – Alat, Pengendalian, Pencemaran, Udara.

Performance of Air Pollution Control Equipment (Wet Scrubber) from plastic Combustion (Pyrolysis)

Abstract

Design and test of the Air Pollution Control Device from combustion (pyrolysis) plastic aims to help control air pollution from burning plastics to obtain liquid fuel from plastics. Plastic samples used consist of 3 types, namely: plastic packaging, plastic glass and plastic mixtures (packaging and glass) with various variations of air valve openings and water valves. The results of this study are: (1) Air pollution control equipment consists of materials and components consist of, pvc pipe, acrylic, pvc valve, pressure-gauge, water pump, air blower, combustion gas analyser. (2) The test results of air pollution control equipment for each sample are as follows: Plastic packaging samples contain an average carbon monoxide content of 43 (ppm). Plastic glass has an average carbon-monoxide content of 61 (ppm). Mixtures (packaging and glass) plastics contain an average carbon-monoxide content of 18 (ppm).

Keywords – Tools, Control, Pollution, Air.

PENDAHULUAN

Kebiasaan membakar sampah terutama sampahplastik, sudah menjadi budaya bagi sebagian warga khususnya di Indonesia. Namun beberapa masyarakat tidak mengetahui akibat dari pembakaran sampahplastik tersebut, maraknya pembakaran sampahplastik oleh beberapa masyarakat berimplikasi terhadap bahan kimia yang berada dalamplastik yang mengakibatkan berpengaruh terhadap oksigen. “Jika di bakar, sampahplastik akan menghasilkan asap beracun yang berbahaya kemudian akan mengurai di udara sebagai dioksin. Kalau dipaksakan dibakar sampahplastik itu asapnya sulit untuk hilang. Akhirnya timbul pencemaran udara”. Selain itu, asap dari pembakaran sampahplastik sangat berbahaya jika dihirup masyarakatn, antara lain akan memicu penyakit kanker, hepatitis, pembengkakan hati hingga ISPA. Jadi penyakit itu bukan hanya pada asap dari pembakaran hutan saja, namun sampahplastik ini bisa menimbulkan penyakit yang sama.

Pembakaran limbah jenis plastik menghasilkan gas buang dan residu yang justru menambah pencemaran di lingkungan. Bahaya tersebut biasanya di timbulkan oleh adanya emisi gas dan partikel debu. Gas-gas berbahaya yang di timbulkan oleh pembakaran sampah, antara lain adalah gas karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO_x), sulfur dioksida (SO₂), Dioxin dan Furan.

Direktur Pengelolaan Sampah Kementerian Hidup dan Kehutanan, Novrizal Tahar menyampaikan timbunan sampah plastik di Indonesia terus meningkat sejak tahun 1995. “Sepanjang tahun 2022, ada **69 juta ton** sampah yang dihasilkan masyarakat Indonesia, di mana 18,2 persen atau 12,5 juta ton adalah sampah plastik. Makanya sampahplastik ini memang menjadi musuh yang serius bagi kelestarian hidup dan juga bagi kesehatan.

Proses piropilis sampahplastik merupakan proses dekomposisi senyawa organik yang terdapat dalamplastik melalui proses pemanasan dengan sedikit atau tanpa melibatkan oksigen. Pada proses piropilis senyawa hidrokarbon rantai panjang yang terdapat padaplastik diharapkan dapat diubah menjadi senyawa hidrokarbon yang lebih pendek dan dapat dijadikan sebagai bahan bakar alternative. Pada proses pirolisis ini menghasilkan asap yang mencemari udara lingkungan, seperti uraian diatas, pencemaran udara ini harus di kendalikan agar udara lingkungan tetap bersih.

Berdasarkan uraian diatas, peneliti tertarik melakukan penelitian tentang penanganan pencemaran udara dari hasil pembakaran sampah plasik dan mengambil judul **“UNJUK KERJA ALAT PENGENDALIAN PENCEMARAN UDARA (SCRUBBER BASAH) HASIL PEMBAKARAN PLASTIK “**. Sehingga dapat mengurangi polusi udara agar terciptanya lingkungan yang sehat dan bebas polusi udara.

Pembuatan dan pengujian alat pengendalian pencemaran udara jenis scrubber basah bertujuan untuk mengetahui kemampuan alat yang di buat dalam mengendalikan pencemaran udara hasil pembakaran (pirolisis)plastik untuk memperoleh bahan bakar cair.

Penelitian Suganjar dan Kundori (2022) yang berjudul “Pengaruh Pemanfaatan Air Scrubber Dalam Mengurangi Pencemaran Udara dari Kapal

Sesuai MarPol 73/78 Annex VI” bahwa penggunaan scrubber basah secara signifikan dapat mengurangi dampak pencemaran udara yang berasal dari emisi gas buang dari kapal ke udara yaitu emisi Sox sebanyak 95% dan PM (*Particle Matter*) sebanyak 60%.

Penelitian Isni Nur Khairunnisa et al. (2018) dengan judul “ Pemanfaatan Air Limbah *Wet Scrubber Flue Gas Desulphurization (FGD)* Industri Kertas sebagai Medium Pertumbuhan *Spirulina platensis*” bahwa proses *Flue Gas Desulohurizzation (FGD)* dengan menggunakan *wet scrubber* adalah suatu proses untuk menurunkan konsentrasi SOx gas buang hasil pembakaran.

Dari ke dua penelitian tersebut diatas yang menyatakan bahwa alat pengendalian jenis *wet scrubber* cukup signifikan dalam menurunkan dampak pencemaran udara yang di hasilkan oleh emisi gas buang. Dengan demikian emisi gas buang dan partikel-partikel material hasil proses pirolisis terhadapplastik untuk menghasilkan bahan bakar cair dapat di gunakan untuk mengurangi pencemaran udara. Dari uraian diatas , maka di pilih judul penelitian “Unjuk Kerja Alat Pengendalian Pencemaran Udara (Scrubber Basah) Hasil Pembakaran Plastik“.

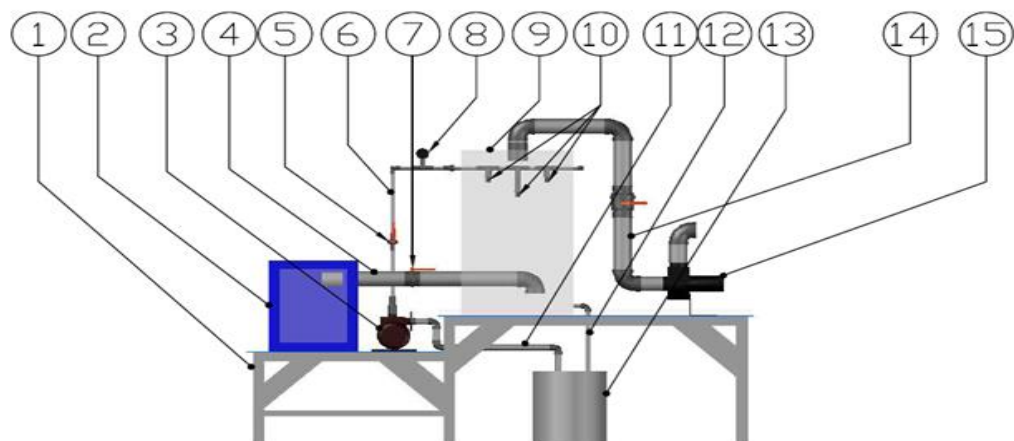
METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini di lakukan dengan beberapa tahapan yang sebagai berikut :

Tahap awal membuat observasi dan mempelajari literatur, tahapan selanjut proses *manufacturing* alat pengendali pencemaran udara jenis scrubber basah, proses uji unjuk kerja dari alat pengendalian pencemaran udara.

Proses manufaktur alat pengendalian pencemaran udara scrubber basah dibagi dalam 2 tahap : Perancangan dan Pembuatan.

Perancangan Alat.

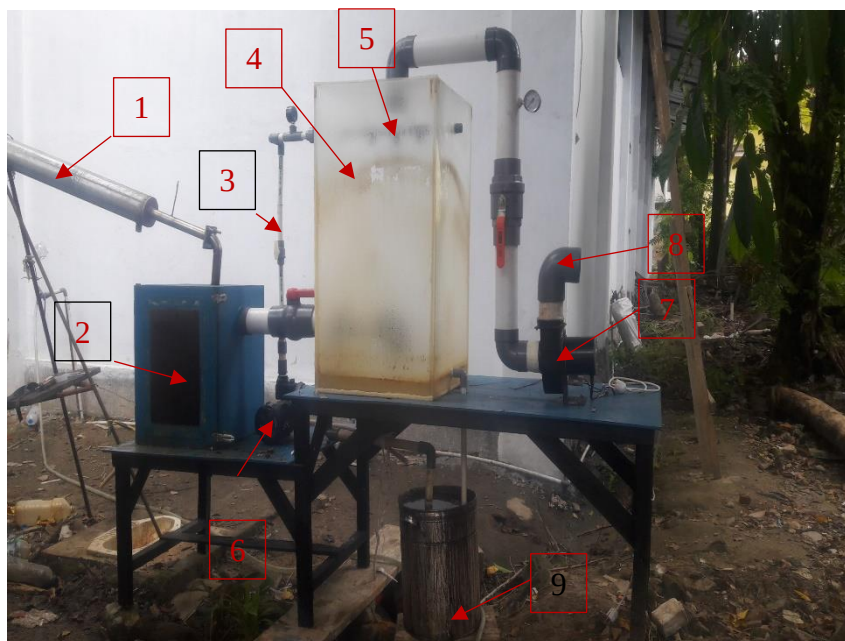


Gambar 1. Perancangan Alat Pengendalian Pencemaran Udara jenis *Wet Scrubber*.

Keterangan gambar :

- | | |
|--|--------------------------------|
| 1. Meja | 9. Kotak Penyaring Asap |
| 2. Penampung Asap | 10. Nozzle |
| 3. Pompa Air | 11. Instalasi pipa hisap (1") |
| 4. Instalasi pipa input Asap | 12. Instalasi pembuangan Air |
| 5. Stop Kran ($\frac{1}{2}$ " | 13. Penampung air |
| 6. Instalasi pipa tekan ($\frac{1}{2}$ ") | 14. Instalasi Pipa Output Asap |
| 7. Stop kran 3" | 15. Blower |
| 8. Presure Gauge | |

Pembuatan Alat.



Gambar 2. Alat Pengendalian Pencemaran Udara jenis *Wet Scrubber*.

Keterangan Gambar :

1. Instalasi pipa input Asap
2. Penampung Asap
3. Instalasi pipa tekan ($\frac{1}{2}$ ")
4. Kotak Penyaring Asap
5. Nozzle"
6. Pompa Air
7. Blower
8. Instalasi Pipa Output Asap
9. Penampung air

Alat, Bahan dan Prosedur Eksperimen.

- Data yang di ambil adalah kandungan CO (karbon monoksida) dari emisi gas hasil pirolisisplastik
- Alat uji emisi tidak bergerak dengan type IMR 1000-1/2 dengan satuan ppm.
- Pompa Air dengan spesifikasi :

U : 1 x 220 V-	50 Hz	H : 20 – 10 m	Q : 10 – 18 l/min
8uF / 450 V-	I : 1.3 A	Hs : Maks, 9 meter	
n : 2900 min	IPX4	Temperature air : maks, 40 C	
Pipa hisap & pipa dorong : 25mm (1’')			

- Blower Udara dengan spesifikasi :

MODEL / TYPE : MC – DE / M125R / 1 – NO
AIR FLOW : 410 CMH
PRESSURE : 340 PA
POWER : 0.09 KW
VOLTAGE / PHASE : 220 V/ 1

- Combustion Gas Analyzer IMR 1000 dengan spesifikasi :
Measured parameters :
Oxygen O₂ , Carbon Monoxide CO , Carbon Monoxide CO (ambient)
Flue Temp Range : 32 ~ 1112°F / 0 ~ 600°C
Gas Measurement : Carbon Monoxide (0 ~ 1000 ppm).
- Material Pipa dan katup-katup terbuat dari PVC.
- Material Kotak Penyaring Asap terbuat dari Acrilic.
- Sample bahan uji terdiri dari 3 jenis :
 1. Kemasanplastik
 2. Gelasplastik
 3. Campuran kemasanplastik dan gelasplastik.
- Pengujian dilakukan terhadap ketiga jenis plastik (kemasan, gelas, dan campuran) dengan beberapa variasi (bukaan katup udara dan Air) uji coba seperti berikut :
 1. Katup Udara : Variasi bukaan Katup $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ dan 1 (full terbuka)
 2. Katup air : Variasi bukaan katup $\frac{1}{3}$ (10 psi), $\frac{2}{3}$ (18 psi), 1 (28 psi).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil

Tabel 1. Data Hasil pengukuran kandungan CO (ppm) kemasan plastik

PENGUJIAN POSISI KATUP		DATA HASIL PENGUJIAN CARBON MONOXIDE(CO) (ppm)			
ANGIN	AIR	(1)	(2)	(3)	RATA-RATA
$\frac{1}{4}$	1/3	100	103	88	97
	2/3	79	56	85	73,3
	1	60	163	179	134,0
$\frac{1}{2}$	1/3	89	132	49	90,0
	2/3	83	104	90	92,3
	1	76	80	80	78,7
$\frac{3}{4}$	1/3	81	80	78	79,7
	2/3	78	95	120	97,7
	1	70	72	72	71,3
1	1/3	64	49	96	69,7
	2/3	55	26	78	53,0
	1	39	25	65	43,0

Tabel 1. Menunjukkan data hasil pengukuran / pengujian carbon monoksida (CO) untuk sample kemasan plastik dengan pengujian pada berbagai posisi bukaan katup Udara dan katup Air dengan masing-masing 3 kali pengujian pada kolom (1), kolom (2), kolom (3).

Tabel 2. Data Hasil pengukuran kandungan CO (ppm) gelas plastik

POSISI KATUP		DATA HASIL PENGUJIAN CARBON MONOXIDE(CO) (ppm)			
UDARA	AIR	(1)	(2)	(3)	RATA-RATA
$\frac{1}{4}$	1/3	53	103	80	78,7
	2/3	60	80	22	54,0
	1	46	173	107	108,7
$\frac{1}{2}$	1/3	69	155	80	101,3
	2/3	47	193	89	109,7
	1	55	77	99	77,0
$\frac{3}{4}$	1/3	40	110	91	80,3
	2/3	63	130	61	84,7
	1	25	119	41	61,7
1	1/3	19	214	31	88,0
	2/3	53	266	35	118,0
	1	38	125	20	61,0

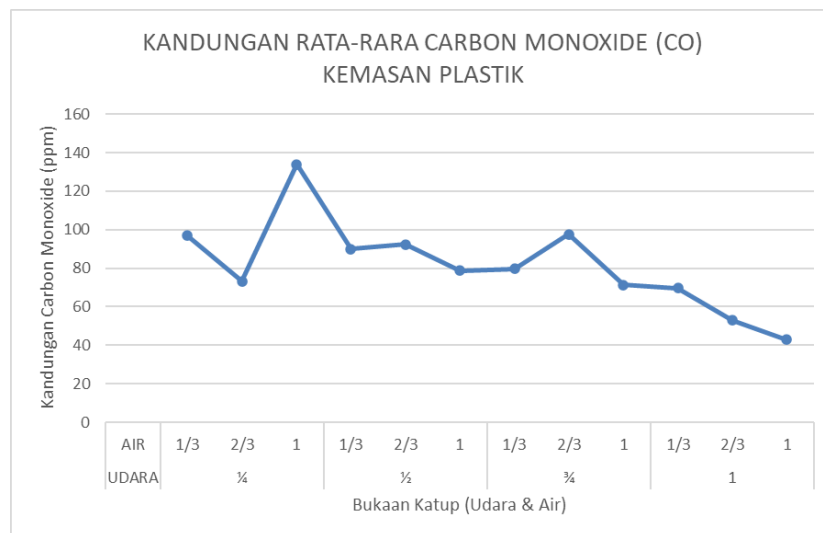
Tabel 2. Menunjukkan data hasil pengukuran / pengujian carbon monoksida (CO) untuk sample gelas plastik dengan pengujian pada berbagai posisi bukaan katup Udara dan katup Air dengan masing-masing 3 kali pengujian pada kolom (1), kolom (2), kolom (3).

Tabel 3. Data Hasil pengukuran kandungan CO (ppm) campuran (kemasan & gelas) plastik

POSISI KATUP		DATA HASIL PENGUJIAN CARBON MONOXIDE(CO) (ppm)			
UDARA	AIR	(1)	(2)	(3)	RATA-RATA
$\frac{1}{4}$	1/3	59	321	60	146,7
	2/3	59	63	72	64,7
	1	41	82	49	57,3
$\frac{1}{2}$	1/3	33	23	51	35,7
	2/3	17	56	107	60,0
	1	60	130	29	73,0
$\frac{3}{4}$	1/3	37	35	73	48,3
	2/3	60	85	69	71,3
	1	19	59	23	33,7
1	1/3	43	33	50	42,0
	2/3	39	41	36	38,7
	1	19	18	17	18,0

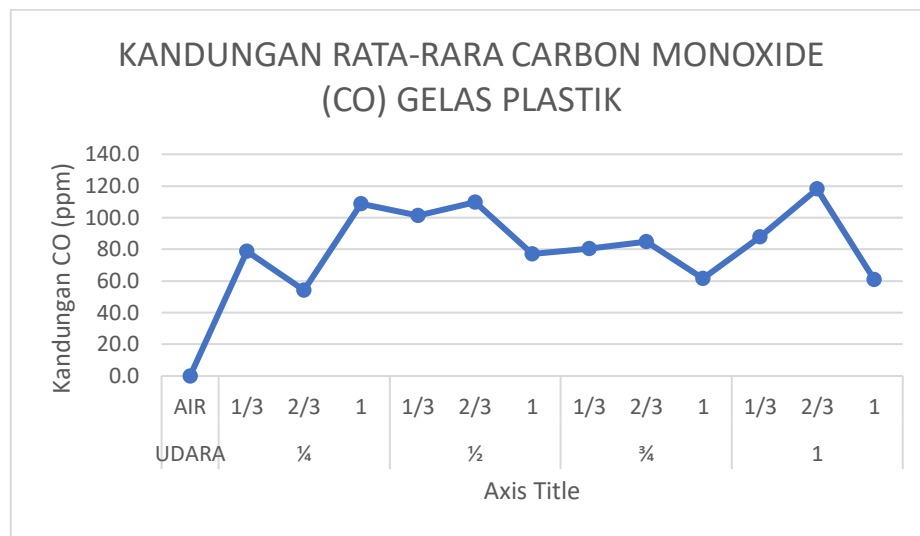
Tabel 3. Menunjukkan data hasil pengukuran / pengujian carbon monoksida (CO) untuk sample kemasanplastik dan gelasplastik, dengan pengujian pada berbagai posisi bukaan katup Udara dan katup Air dengan masing-masing 3 kali pengujian pada kolom (1), kolom (2), kolom (3).

Pembahasan



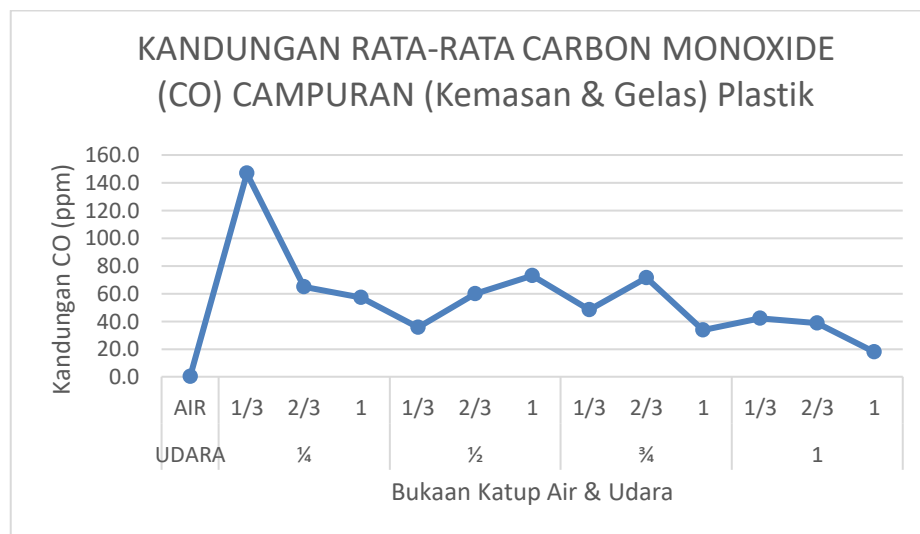
Gambar 3. Grafik hasil Rata-rata pengukuran kandungan CO untuk kemasan plastik

Gambar 3. Menunjukkan hasil pengukuran rata-rata kandungan CO untuk kemasanplastik , terlihat pada bukaan katup udara 1 (bukaan penuh) dan bukaan katup air 1 (bukaan penuh) , kandungan karbon-monoksida (CO) paling rendah yaitu 43 ppm (lihat table 1.)



Gambar 4. Grafik hasil Rata-rata pengukuran kandungan CO untuk gelas plastik

Gambar 4. Menunjukkan hasil pengukuran rata-rata kandungan CO untuk gelasplastik , terlihat pada bukaan katup udara 1 (bukaan penuh) dan bukaan katup air 1 (bukaan penuh) , kandungan karbon-monoksida (CO) paling rendah yaitu 61 ppm (lihat table 2.)

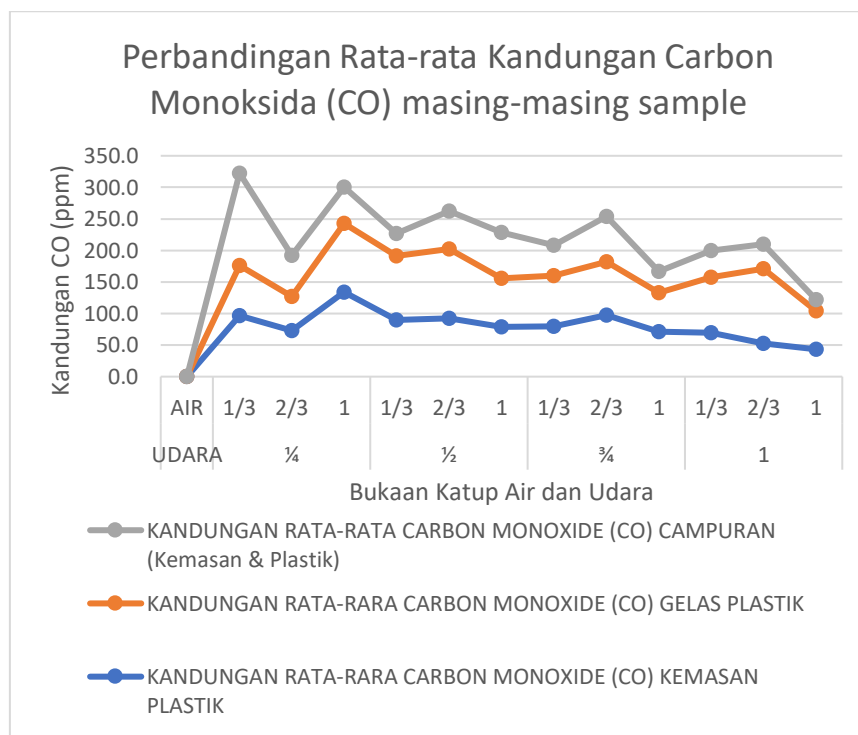


Gambar 5. Grafik hasil Rata-rata pengukuran kandungan CO untuk campuran (kemasan & gelas) plastik

Gambar 5. Menunjukkan hasil pengukuran rata-rata kandungan CO untuk Campuran (kemasan dan gelas) plastik , terlihat pada bukaan katup udara 1 (bukaan penuh) dan bukaan katup air 1 (bukaan penuh) , kandungan karbon-monoksida (CO) paling rendah yaitu 18 ppm (lihat table 3.)

Tabel 4. Data Hasil perbandingan pengukuran Rata-rata kandungan CO (ppm) dari ke 3 sample kemasan, gelas, campuran (kemasan & gelas) plastik .

BUKAAN KATUP		KANDUNGAN RATA-RARA CARBON MONOXIDE (CO) KEMASAN PLASTIK	KANDUNGAN RATA-RARA CARBON MONOXIDE (CO) GELAS PLASTIK	KANDUNGAN RATA-RARA CARBON MONOXIDE (CO) CAMPURAN (Kemasan & Plastik)
UDARA	AIR			
$\frac{1}{4}$	1/3	97,0	78,7	146,7
	2/3	73,3	54,0	64,7
	1	134,0	108,7	57,3
$\frac{1}{2}$	1/3	90,0	101,3	35,7
	2/3	92,3	109,7	60,0
	1	78,7	77,0	73,0
$\frac{3}{4}$	1/3	79,7	80,3	48,3
	2/3	97,7	84,7	71,3
	1	71,3	61,7	33,7
1	1/3	69,7	88,0	42,0
	2/3	53,0	118,0	38,7
	1	43,0	61,0	18,0



Gambar 6. Grafik hasil Perbandingan Rata-rata pengukuran kandungan CO untuk ke -3 jenis sampel kemasan, gelas dan campuran (kemasan & gelas) plastik

Dari table 4. dan gambar 6. yang menunjukkan data hasil pengukuran kandungan Carbon monoksida pada gas hasil pirolisis untuk ke 3 sampel yaitu, Kemasan plastik, gelas plastik dan campuran (kemasan dan gelas) plastik. Terlihat pada table 4. dan gambar 6. bahwa kandungan rata-rata carbon-monoksida (CO) yang terendah 18 (ppm) untuk kandungan rata-rata campuran (kemasan dan gelas) plastik

KESIMPULAN

Alat pengendalian pencemaran udara yang telah dibuat terdiri dari komponen-komponen dan bahan-bahan sebagai berikut :

Pipa PVC, Akrilik, Nozel air, Katup-katup control, pressuregauge.

Pompa air dengan spesifikasi berikut : kapasitas (Q) : 10 – 18 (l/min), Head : 20 – 10 m.

Blower dengan spesifikasi berikut : air flow 410 CMH, tekanan 340 PA, Power 0,09 Kw.

Combustion Gas Analyzer IMR 1000-1/2.

Hasil pengujian Alat pengendalian pencemaran udara ini dapat mengurangi kandungan carbon-monoksida seperti berikut:

Sample kemasan plastik kandungan rata-rata karbon-monoksida 43 (ppm).

Gelas plastik kandungan rata-rata karbon-monoksida 61 (ppm).

Campuran (kemasan dan gelas) plastik kandungan rata-rata karbon-monoksida 18 (ppm).

SARAN

1. Sebaiknya untuk air sebagai penyaringan udara, ditambah dengan sejenis bahan kimia untuk membersihkan dan menghilangkan bau.
2. Penambahan dimensi untuk kotak penyaringan dan jumlah nozel agar bisa lebih efektif hasil penyaringan / pengendalian pencemaran udara.

REFERENSI

- [1] Isni Nur Khairunnisa, Prima Besty, Saepulloh, Rahmaniar Mulyani, Pemanfaatan Air Limbah Weet Scrubber Flue Gas Desulphurization (FGD) Industri Kertas sebagai Medium Pertumbuhan Spirulina platensis , Jurnal Selulosa e-ISSN: 2527-6662 vol8 N0. 2 Desember 2018 hal95-104.
- [2] Suganjar, Kundori, Pengaruh Pemanfaatan Air Scrubber Dalam Mengurangi Pencemaran Udara dari Kapal sesuai MarPol 73/78 Annex VI, Jurnal Manajemen Riset dan Teknologi Universitas Karimun (JURNAL MARITIM), Vol.4 No.1. Agustus 2022
- [3] Sepanjang Tahun 2022, Ada 12,54 Juta Ton Sampah Plastik di Indonesia (kompas.com)

- [4] Jenis-Jenis Plastik & Contohnya: HDPE, PC, LDPE, PP, PET/PETE, PVC (waste4change.com)
- [5] Mengenal Lebih Dekat Sampah Plastik Fleksibel dan Multilayer Plastic - Waste4Change