

RANCANG BANGUN CYCLONE DAN WET SCRUBBER PADA INCINERATOR UNTUK MENCEGAH TERJADINYA PENCEMARAN UDARA

by Dwi Rahmalina

Submission date: 26-Nov-2020 05:36AM (UTC+0700)

Submission ID: 1457226932

File name: 17b_Teknobiz_Vol7_No1_2017.pdf (539.22K)

Word count: 2214

Character count: 11787

RANCANG BANGUN *CYCLONE* DAN *WET SCRUBBER* PADA INCINERATOR UNTUK MENCEGAH TERJADINYA PENCEMARAN UDARA

1 Toni Suhartono, Dwi Rahmalina, Eka Maulana
Program Magister Teknik Mesin Universitas Pancasila
Jl. Borobudur No.7 Jakarta Pusat 10320
Email: tonicea56@gmail.com

ABSTRAK

Kabupaten Tegal dengan luas area 878,79 Km² dan jumlah penduduk 2,536,649 jiwa, dengan volume sampah mencapai 989,8 m³ perhari dan kemampuan sampah terangkut baru mencapai 89,46% dari volume sampah perhari, yang mana prosentase sampah organik cukup besar sekitar 33,35% dan sampah plastik sekitar 40,15% belum termanfaatkan karena pengelolaan sampah masih dilakukan secara konvensional dan dampak polusi dari pembakaran sampah yang terjadi di tempat pembuangan akhir (TPA) masih tinggi sehingga perlu dibuat mesin pengolah sampah yang dapat dimanfaatkan menjadi sesuatu yang berguna dan menambah nilai guna sampah. Konsep dari penelitian ini adalah *Zero Waste* dengan menggabungkan antara *Green Technology* dan *Economic Value*, dalam penelitian ini dilakukan rancang bangun pada desain dan manufaktur bagian *Cyclone Separator* dan *Wet Scrubber*, yaitu alat yang memisahkan materi berdasarkan perbedaan massa jenis dengan menggunakan prinsip gaya sentrifugal, tekanan rendah dan penyemprotan air. Pembuatan prototipe, dilakukan menggunakan mesin mesin fabrikasi dan las, hasil uji coba menunjukkan semakin besar kecepatan udara ($V_u = 2.4 \text{ m/s} \sim 3.1 \text{ m/s}$) menyebabkan selisih temperatur semakin besar ($dT = 187.83^\circ\text{C} \sim 199.67^\circ\text{C}$) artinya semakin dingin asap yang keluar cerobong ($T = 37.1^\circ\text{C} \sim 41.6^\circ\text{C}$), dan semakin besar kecepatan air ($V_a = 2.13 \text{ m/s} \sim 2.57 \text{ m/s}$) akan menambah berat air yang dapat ditangkap oleh air dari *Shower*, itu menunjukkan bahwa semakin banyak partikel yang terserap oleh air masuk kedalam bak penampung, akibatnya akan mengurangi partikel dalam asap yang keluar cerobong.

Kata kunci: pengolah sampah, insenerasi pirolisis, *Zero Waste*, *Cyclone* dan *Wet Scrubber*.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah.

Sampah diartikan sebagai material sisa yang sudah tidak dipakai tetapi menjadi permasalahan nasional sehingga pengelolaannya perlu dilakukan secara komprehensif dan terpadu agar dapat memberikan manfaat ekonomi, sehat bagi masyarakat, serta aman bagi lingkungan. Permasalahan sampah yang begitu besar dan pemanfaatannya sebagai bahan daur ulang atau lainnya memerlukan mesin atau alat pengolah sampah yang terpadu seperti Incinerator, *Destilator*, *Cyclone* dan *Wet Scrubber*. Dampak dari pembakaran sampah adalah munculnya gas buang beracun seperti Karbon Monoksida (CO), Metan (CH₄), Nitrogen Oksida (NO) dan Partikulat. Untuk mencegah terjadinya pencemaran udara perlu dirancang dan dibuat *prototype Cyclone* dan *Wet Scrubber* yang ramah lingkungan.

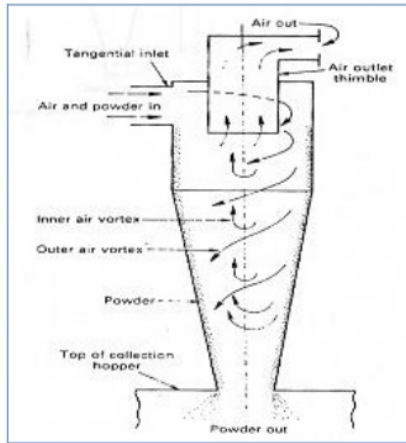
1.2 Parameter dan Variabel Penelitian

1. Parameter Penelitian :
 - a. Hasil rancangan *Cyclone* dan *Wet Scrubber*
 - b. *Prototype* dapat menurunkan temperatur asap dan tidak mengandung racun yang membahayakan bagi manusia.
2. Variabel penelitian :
 - 2.1 Variabel Tetap.
 - a. Kecepatan laju aliran gas buang asap ($V_u = \text{m/s}$) dari dapur bakar.
 - b. Kecepatan laju aliran air pendingin dari pompa sirkulasi ($V_a = \text{m/s}$).
 - c. Luas penampang pipa ($A = \text{mm}^2$)
 - 2.2 Variabel Bebas.
 - a. Perbedaan Temperatur masuk dan keluar ($dT = ^\circ\text{C}$).
 - b. Debit air (M^3/hour).
 - c. Sampel berat air hasil pengujian bak penampungan ($W = \text{gram}$)

II. STUDI LITERATUR

2.1 Cyclone Separator.

Adalah perangkat alat yang digunakan untuk menghilangkan partikel dari aliran udara fluida tanpa menggunakan filter, fluida mengalir dengan gerakan berputar biasanya gerakannya turbulen, kecepatan dan laju rotasi terbesar berada dipusat dan berkurang menjauhi pusat, Efek rotasi dan gravitasi digunakan untuk memisahkan campuran padatan dan cairan.



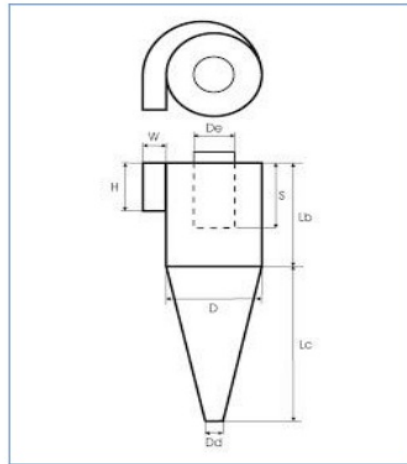
Gambar 2.1 Cyclone Separator

Komponen dan Desain Cyclone.

1. Inlet dan Outlet
2. Vortex Finder
3. Body
4. Cone dan Hopper

Tabel 2.1 Dimensi Cyclone.

Nama Komponen	Konvensional	
Dia.Casing D/D	1	1
Tinggi Saluran Inlet (H/D)	0.5	0.5
Lebar Saluran Inlet (W/D)	0.25	0.25
Dia.Outlet (Do/D)	0.5	0.5
Tinggi Vortex (S/D)	0.625	0.6
Tinggi Casing (Lb/D)	2.0	1.75
Tinggi Kerucut (Lc/D)	2.0	2.0
Dia.Keluaran debu (Dd/D)	0.25	0.4



Gambar 2.2 Dimensi Cyclone

2.2 Wet Scrubber.

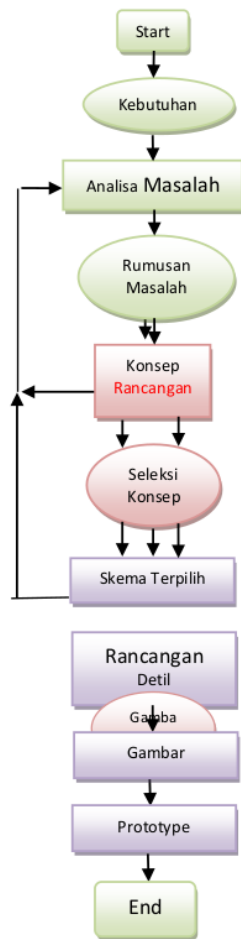
Alat yang digunakan untuk menghilangkan partikel dari aliran udara yang prinsip kerjanya seperti filter basah yaitu dengan cara menyemprotkan air dari bagian atas sehingga udara dengan partikel yang berat akan kontak dan terbawa air masuk kedalam bak penampung sedangkan asap yang ringan akan bergerak naik keluar cerobong asap.



Gambar 2.3 Wet Scrubber

2.3 Metoda Perancangan.

Metoda perancangan yang digunakan adalah dengan model Frenchs.



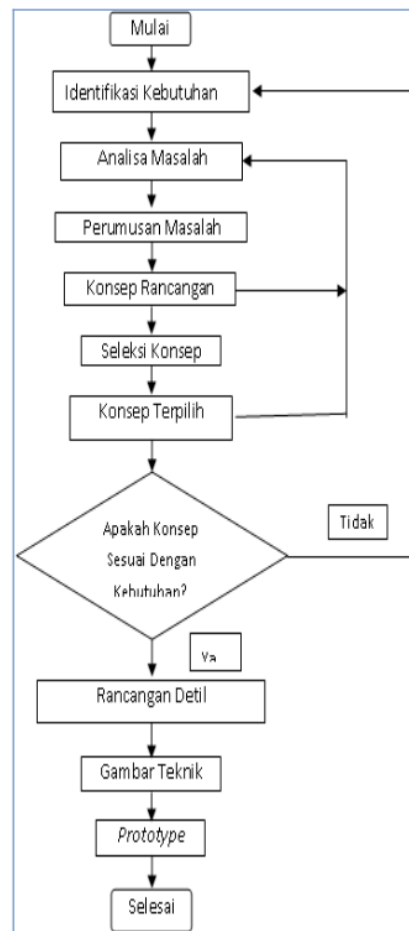
Gambar 2.4 Diagram Alir Frenchs

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Kerangka Penelitian.

Penelitian ini bertujuan merancang bangun sistim yang dapat menyaring partikel gas buang beracun hasil pembakaran sampah pada dapur bakar menjadi gas buang yang ramah lingkungan yaitu dengan membuat perangkat *Cyclone* dan *Wet Scrubber*

3.2 Sistematika Penelitian



Gambar 3.1 Sistematika Penelitian

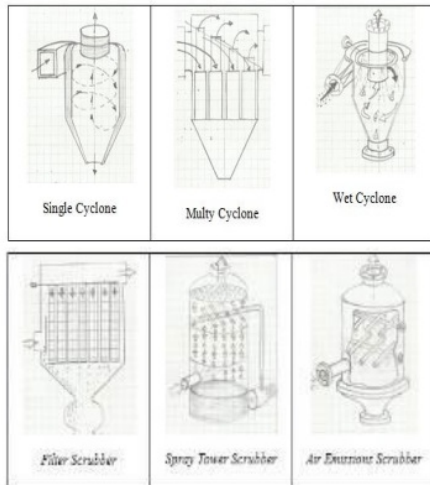
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Skema Desain

Perancangan dan pembuatan alat yang dapat mereduksi gas buang hasil pembakaran limbah dalam bentuk RDF (*Refused Derivativ Fuel*) dalam dapur bakar (*Incinerator*) yang terdiri dari dua perangkat yaitu *Cyclone* dan *Wet scrubber*.

4.2 Seleksi Konsep

Seleksi Konsep dilakukan terhadap tiga jenis *Cyclone* dan tiga jenis *Wet Scrubber* seperti terlihat pada gambar 4.1 Seleksi konsep.



Gambar 4.1 Seleksi Konsep

Pemilihan konsep dilakukan dengan metoda Pugh Matrix.

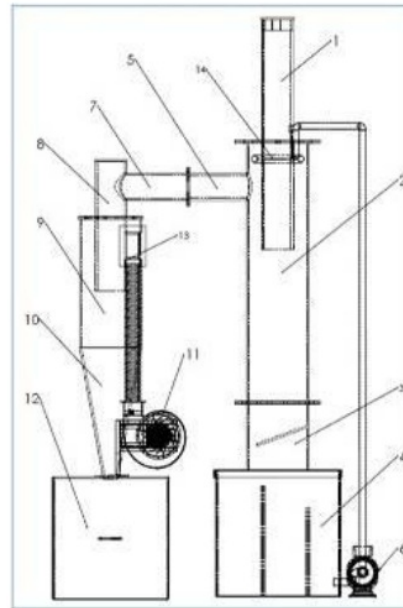
Tabel 4.1 Pemilihan Pugh Matrix.

No.	Kriteria	Cyclone			Wet Scrubber				
		Bobot	1	0	3	1	0	3	
1	Investasi Murah	4	S	-	-	4	S	S	S
2	Biaya Op. Murah	3	S	-	-	3	S	S	S
3	Konstruksi sederhana dan mudah dibuat	2	S	-	-	2	S	S	S
4	Material mudah didapat	2	S	S	S	2	S	S	S
5	Mudah Perawatan	4	S	S	S	4	S	+	S
6	Mudah Dipoperasikan	3	S	S	-	3	S	+	+
7	Keefektifan Alat	4	S	1	1	4	S	1	1
	Total +		0	0	1	0	3	2	
	Total -		0	-3	-4	0	0	0	
	Total Score		0	-3	-3	0	3	2	
	Bobot Total +		0	0	4	0	11	7	
	Bobot Total -		0	-9	-9	0	0	0	
	Bobot Score		0	-9	-5	0	11	7	

- Score 4 : Sangat Penting.
- Score 3 : Penting.
- Score 2 : Umum.
- Score 1 : Kurang Berpengaruh.
- Score 0 : Sama dengan Acuan.
- S = Standar.
- + = Kelebihan.
- = Kekurangan.

Dari score yang didapat terpilih *Single Cyclone* dan *Spray Tower Scrubber*.

4.3 Detail Desain.



Gambar 4.2 Detail Desain

Keterangan :

1. Cerobong asap *Wet Scrubber*.
2. Silinder Atas *Wet Scrubber*.
3. Silinder Bawah *Wet Scrubber*.
4. Penampung Debu *Wet Scrubber*.
5. Silinder inlet *Wet Scrubber*.
6. Pompa air
7. Silinder *Outlet Cyclone*.
8. Cerobong Asap *Cyclone*.
9. Silinder *Cyclone*.
10. Tabung Konus.
11. Blower.
12. Penampung Debu *Cyclone*.
13. Saluran *Inlet Cyclone*.
14. *Shower*.

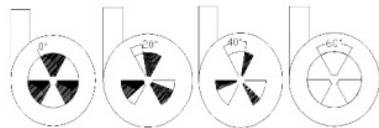
4.4 Proses Manufaktur.

Proses Manufaktur untuk komponen diatas menggunakan mesin potong, mesin rol, mesin lipat dan las listrik. Material yang digunakan St.37 dengan ketebalan antara 1.5 s.d 2 mm.

4.5 Pengujian.

4.5.1 Cara Pengujian.

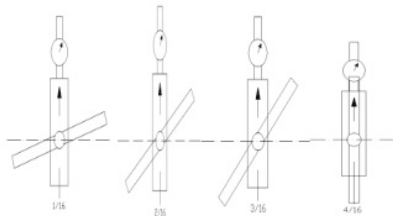
1. Penentuan kecepatan alir udara (Vu) dengan mengatur bukaan blower atas empat posisi, 0°, 20°, 40°, 60° dan diukur menggunakan **Anemometer**.



$V_u = 1.6 \text{ m/s}$ $V_u = 2.0 \text{ m/s}$ $V_u = 2.4 \text{ m/s}$ $V_u = 3.1 \text{ m/s}$

Gambar 4.3 Bukaian blower.

2. Penentuan kecepatan air dari shower (V_a) dengan mengatur bukaian keran atas empat posisi, 1/16, 2/16, 3/16, 4/16 putaran, sehingga didapat data debit air (Q) yang mengalir pada penampang pipa $\frac{1}{2}$ inchi dengan cara melihat pada flow meter (meteran air)



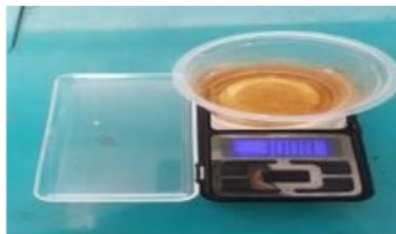
Gambar 4.4 Bukaian Keran.

Dengan menggunakan rumus

$V_a = Q/A$ (m/s) didapat :

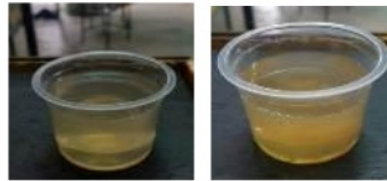
$V_a = 1.19 \text{ m/s}$, untuk bukaian 1/16
 $V_a = 1.70 \text{ m/s}$, untuk bukaian 2/16
 $V_a = 2.13 \text{ m/s}$, untuk bukaian 3/16
 $V_a = 2.57 \text{ m/s}$, untuk bukaian 4/16

3. Penimbangan berat air (W) pada bak penampung debu dilakukan dengan mengamati bil sampel air dengan jumlah volume yang sama untuk setiap pengamatan dan dengan waktu tertentu kemudian dilakukan penimbangan berat air (gambar 4.5)



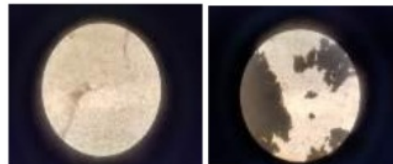
Gambar 4.5 Penimbangan berat air.

4. Pengujian Mikro Struktur.



Awal

Akhir



Gambar 4.6 Hasil pemeriksaan mikro struktur.

Sampel air diperiksa menggunakan mikroskop, sehingga terlihat partikel-partikel debu yang terbawa air

5. Pengukuran Kecepatan Alir Asap yang keluar dari cerobong dan yang keluar dari blower dengan menggunakan Anemometer (lihat gambar 4.7)



Gambar 4.7 Pengukuran Kecepatan udara

4.5.2 Data Pengujian.

Data diambil dari satu contoh pengujian dengan variable data kecepatan udara untuk empat posisi bukaian blower (0° , 20° , 40° , 60°) dan satu variable bukaian keran air 1/16, sehingga didapat data sebagai berikut :

1. Hasil dan grafik pengaruh V_u terhadap perbedaan temperatur masuk dan keluar (ΔT)

Variabel		dT
Vu	Va	
1.6	1.19	187.83
2	1.19	187.73
2.4	1.19	199.67
3.1	1.19	194.37

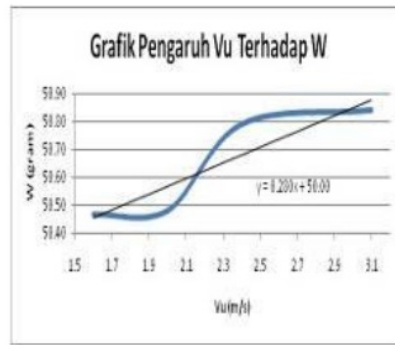


Grafik 4.1 Pengaruh Vu terhadap T

Dari grafik 4.1 terlihat kecepatan udara (Vu) sampai 2.5 m/s kecenderungan semakin besar perbedaan temperatur masuk dan keluar (dT), terjadi penurunan dT setelah Vu naik diatas 2.5 m/s, hal ini dikarenakan temperatur masuk *Cyclone* menurun atau tidak stabil. Untuk mendapatkan kecepatan udara (Vu) yang optimum dapat dihitung menggunakan garis regresi linier $y = 5.618 x + 179.6$.

2. Hasil dan grafik pengaruh Vu terhadap berat.

Variabel		W
Vu	Va	
1.6	1.19	50.47
2	1.19	50.48
2.4	1.19	50.79
3.1	1.19	50.84



Grafik 4.2 Pengaruh Vu terhadap W

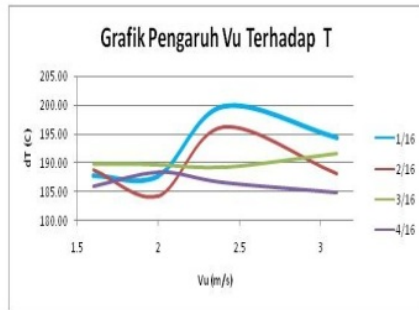
Dari grafik terlihat kecepatan udara (Vu) naik maka kecenderungan berat air (W) juga naik, itu tandanya semburan air dari shower banyak mengikat partikel debu masuk kedalam bak penampung. Untuk mendapatkan kecepatan udara (Vu) yang optimum dapat dihitung menggunakan garis regresi linier $y = 0.280 x + 50$.

3. Pengaruh Vu dan T terhadap tekanan (P)

Dari grafik pengaruh Vu terhadap T dan grafik Vu terhadap W, terlihat jika kecepatan udara semakin besar (Vu) akan menyebabkan Temperatur (dT) juga naik, dan dengan menggunakan formula $P.V = n RT$, Temperatur berbanding lurus dengan Kecepatan (V) dan Tekanan (P) akibatnya Tekanan pun akan naik, demikian juga dengan W akan naik.

4. Data pengaruh Vu terhadap gabungan Temperatur.

Bukaan Keran Air	Variabel		dT
	Vu	Va	
1/16	1.6	1.19	187.83
	2	1.19	187.73
	2.4	1.19	199.67
	3.1	1.19	194.37
2/16	1.6	1.7	188.83
	2	1.7	184.23
	2.4	1.7	196.20
3/16	3.1	1.7	188.10
	1.6	2.128	189.70
	2	2.128	189.63
	2.4	2.128	189.20
4/16	3.1	2.128	191.67
	1.6	2.566	185.90
	2	2.566	188.40
	2.4	2.566	186.63
	3.1	2.566	184.87

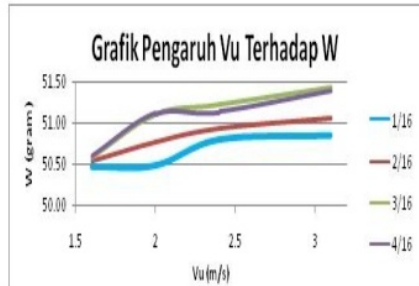


Grafik 4.3 Pengaruh Vu terhadap T

Pengaruh Kecepatan udara (Vu) terhadap Temperatur (T), terlihat semakin tinggi kecepatan udara (Vu) semakin besar rata rata perbedaan temperatur masuk dan keluar (dT) untuk masing masing bukaan keran air, itu menandakan perangkat tersebut mampu mereduksi Temperatur.

5. Data pengaruh Vu terhadap gab. W

Bukaan Keran Air	Variabel		W
	Vu	Va	
1/16	1.6	1.19	50.47
	2	1.19	50.48
	2.4	1.19	50.79
	3.1	1.19	50.84
2/16	1.6	1.7	50.53
	2	1.7	50.77
	2.4	1.7	50.93
	3.1	1.7	51.05
3/16	1.6	2.128	50.57
	2	2.128	51.11
	2.4	2.128	51.22
	3.1	2.128	51.43
4/16	1.6	2.566	50.60
	2	2.566	51.12
	2.4	2.566	51.13
	3.1	2.566	51.38



Grafik 4.4 Pengaruh Vu terhadap W

Pengaruh kecepatan udara (Vu) terhadap berat (W), terlihat rata rata bukaan menunjukkan semakin tinggi kecepatan (Vu) semakin berat air menarik partikel, bukaan 3/16 menghasilkan paling berat, bukaan 4/16 terjadi penurunan berat karena terlalu cepat aliran udara sehingga akan sulit menangkap partikel.

6. Data olahan variable Vu dan Va

Hasil analisa regresi multivariabel didapat persamaan temperatur dan berat air sebagai berikut

$$y_T = 1.75V_u - 3.78V_a + 192.73$$

$$y_W = 0.4V_u + 0.33V_a + 49.36$$

7. Prototype Cyclone dan Wet Scrubber



V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

1. Konsep hasil pemilihan desain menggunakan metoda Pugh Matrix diperoleh model *Single Cyclone* dan model *Spray Tower Scrubber*.
2. Prototype dibuat dengan proses manufaktur menggunakan mesin potong, pembentukan menggunakan mesin rol, mesin las listrik dan mesin lipat
3. Pengujian dilakukan dengan mengatur variable kecepatan udara blower (Vu) dan mengatur posisi keran air sehingga didapat debit air dari pompa (m³/h) yang digunakan untuk menghitung Kecepatan air (Va) sehingga didapat data percobaan sebagai berikut :
 - Dari grafik pengaruh Vu terhadap Temperatur terlihat bahwa semakin besar kecepatan udara (2.4 m/s s.d 3.1 m/s) akan menyebabkan semakin besarnya selisih temperatur masuk dan keluar dT (187.83⁰ C s.d 199.67⁰ C), ini menandakan semakin dingin

temperatur asap yang keluar dari cerobong.

- Dari grafik pengaruh V_u terhadap W terlihat bahwa semakin besar kecepatan air (2.13 m/s s.d 2.57 m/s) akan menyebabkan berat air dari bak penampung debu semakin berat (50.79 gr s.d 50.84 gr), ini menunjukkan semakin banyak partikel debu yang terbawa air dari *shower* masuk kedalam bak penampung sehingga asap yang keluar menjadi bersih.

5.2 Saran

1. Untuk mendapatkan asap yang lebih bersih disarankan menambahkan filter pada bagian cerobong asap atau mengalirkan laluan asap kedalam bak air
2. Untuk mendapatkan data yang akurat sebaiknya pada saluran keran air pengatur debit air dipasang flow rate meter sehingga pengaturan bukaan keran dapat ditentukan dengan tepat atau pemasangan nozel.
3. Perbaikan pada pintu bak penampung air dan kemudahan penggantian air perlu disempurnakan agar kehandalan perangkat semakin tinggi.
4. Untuk mengetahui besarnya kandungan gas beracun dalam gas buang sebaiknya dilakukan uji emisi.

Daftar Pustaka

1. Arief Fadhilah. dkk. 2011. Kajian Pengelolaan Sampah Kampus Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, 2011.

2. Team proyek kelompok 3 UP. 2016. Perancangan dan Layout Tempat Pengolahan Sampah Terpadu TPS Tegal.
3. Rachmat Cahaya Putra. 2012. Gasifikasi Biomassa. Teknik Mesin Unila.
4. Triwidjaja. 2012. Pengendalian Pencemaran Udara, Teknik Kimia-FTI-ITS.
5. Reza Revari dkk. 2012. Rancang bangun alat pereduksi particulate Matter gas buang dengan metoda Cyclone. Jurusan Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Kelautan ITS.
6. Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman. 2012. Tungku Pembakaran Sampah Nir Racun.
7. Daniel. 2009. *Valerina. Easy Green Living*, Hukmah, Bandung.
8. Ines Faradina. 2015. 7 bahaya menghirup asap sampah.
9. NT.Fadly. 2014. Tinjauan Pustaka Incenerator. Polsri.
10. Nigel Cross. 2008. *Engineering Design Methods*. 4th ed. Joun Wiley & Sons, Ltd.
11. Yousef Halk. 2003 *Engineering Design Process*. Thomson Learning, Inc.
12. Dr Stuart Burge. 2009. *The Systems Engineering Tool Box*. Winston Churchill.
13. Duhita Anidyajati. 2016. *Cyclone Separator*. Ahmad Indra Research Group. Universitas Indonesia.
14. Panji Khairunizan. 2008. Studi Eksperimental Implementasi. FT UI..
15. Gerald T Joseph. 2003. *Scrubber System Operation Review Self Instructions Manual*. North Carolina State University.
16. Peraturan Pemerintah Nomor 41 tahun 1999, Nilai Ambang Batas.

RANCANG BANGUN CYCLONE DAN WET SCRUBBER PADA INCINERATOR UNTUK MENCEGAH TERJADINYA PENCEMARAN UDARA

ORIGINALITY REPORT

3%

SIMILARITY INDEX

3%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

journal.univpancasila.ac.id

Internet Source

3%

Exclude quotes Off

Exclude matches < 3%

Exclude bibliography Off