

# **PERANCANGAN *VENTURI SCRUBBER* PADA *INCINERATOR* SAMPAH**

Tugas Akhir  
Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat Ahli Madya Teknik



Diajukan oleh :  
**ASIF SURYAMAN**  
200103018

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN  
JURUSAN REKAYASA MESIN DAN INDUSTRI PERTANIAN  
POLITEKNIK NEGERI CILACAP  
KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
2023**

TUGAS AKHIR  
PERANCANGAN VENTURI SCRUBBER PADA  
INCINERATOR SAMPAH  
DESIGN OF THE VENTURI SCRUBBER ON THE  
WASTE FOR INCINERATORS

Dipersiapkan dan disusun oleh :

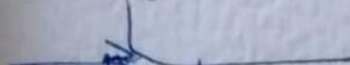
Asif Suryaman

200103018

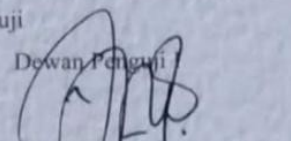
Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Pada seminar Tugas Akhir tanggal 21 Agustus 2023

Susunan Dewan Penguji

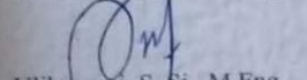
Pembimbing Utama

  
Unggul Satria Jati, S.T., M.T.  
NIP: 199005012019031013

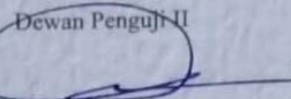
Dewan Penguji

  
Dian Prabowo, S.T., M.T.  
NIP: 197806222021211005

Pembimbing Pendamping

  
Ulikaryani, S. Si., M.Eng.  
NIP: 198612272019032010

Dewan Penguji II

  
Pujono, S.T., M.Eng.  
NIP: 197808212021211006

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk mendapatkan gelar Ahli Madya Teknik

Mengetahui,

  
Koordinator Program Studi  
Diploma Tiga Teknik Mesin  
Nur Akhlis Saifulhuda Laksana, S.Pd., M.T.  
NIP. 199103052019031017

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur senantiasa dipanjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala nikmat dan karunia-Nya. Dan atas kehendak-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul :

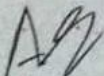
### **" PERANCANGAN VENTURI SCRUBBER PADA INCINERATOR SAMPAH"**

Pembuatan dan penyusunan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md) di Politeknik Negeri Cilacap. Dengan penuh rasa syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa dan setelah itu tanpa menghilangkan rasa hormat , saya selaku penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya terhadap pihak-pihak yang membantu menyelesaikan Tugas Akhir ini , penulis mengucapkan terima kasih terhadap :

1. Bapak Mohammad Nurhilal, S.T.,M.Pd.,M.T selaku Ketua Jurusan Program Teknik Mesin,Politeknik Negeri Cilacap.
2. Bapak Unggul Satria Jati, S.T.,M.T selaku dosen pembimbing I Tugas Akhir.
3. Ibu Ulikaryani, S.,Si.,M.Eng selaku dosen pembimbing II Tugas Akhir.
4. Bapak Dian Prabowo,S.T.,M.T selaku dosen penguji I Tugas Akhir.
5. Bapak Pujono S.T.,M.Eng selaku dosen penguji II Tugas akhir.
6. Seluruh dosen, asisten,teknisi,karyawan dan karyawan Politeknik Negeri Cilacap yang telah memberi ilmu dan fasilitas peralata serta membantu segala hal selama kegiatan di kampus.

Penulis menyadari bahwa karya ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan dan hambatan yang ditemui saat proses pengerjaan, sehingga saran yang membangun sangatlah diharapkan demi pengembangan alat yang lebih optimal.

Cilacap, 16 Agustus 2023



Asif Suryaman

## PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini adalah asli hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dibagian naskah dan daftar pustaka Tugas Akhir ini.

Cilacap, 16 Agustus 2023

Penulis



Asif Suryaman

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH  
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai mahasiswa Politeknik Negeri Cilacap, yang bertanda tangan dibawah ini,  
saya :

Nama : Asif Suryaman  
No Mahasiswa : 200103018  
Program Studi : Diploma III Teknik Mesin  
Jurusan : Rekayasa Mesin dan Industri Pertanian

Demi mengembangkan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Cilacap **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (Non-Exclusif Royalti Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**“PERANCANGAN VENTURI SCRUBBER PADA  
INCINERATOR SAMPAH”**

Beserta perangkat yang diperlukan (bila ada) dengan Hak Bebas *Royalti Non-Eksklusif* ini Politeknik Negeri Cilacap berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya dan menampilkan atau mempublikasikan diinternet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Politeknik Negeri Cilacap, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Dibuat di : Cilacap  
Agustus 2023

  
(Asif Suryaman)

## HALAMAN PERSEMBAHAN

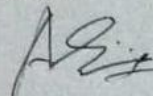
Tugas akhir ini dapat tersusun berkat dukungan, bantuan, bimbingan dan saran-saran serta masukan dari berbagai pihak sampai dengan selesainya laporan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah SWT, karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua yang senantiasa memberikan dukungan, semangat, do'a, finansial kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Dosen pembimbing Bapak Unggul Satria Jati ,S.T.,M.T. dan Ibu Ulikaryani, S. Si., M.Eng. yang senantiasa dengan sabar membimbing penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir.
4. Durratul Azmi selaku *partner* tugas akhir yang telah bekerja sama dengan baik.
5. Teman-teman teknik mesin yang selalu menghibur, memberikan ide-ide dan solusi dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga Allah SWT. Senantiasa memberikan perlindungan, rahmat serta hidayah-Nya kepada semua pihak yang terlibat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Cilacap, 16 Agustus 2023

Penulis



Asif Suryaman

## ABSTRAK

Maraknya pembakaran sampah yang terjadi di lingkungan sekitar menyebabkan kerusakan alam dan mempengaruhi kesehatan tubuh manusia. Untuk itu diperlukan kesadaran dari masyarakat untuk membangun guna melestarikan lingkungan alam.

Sistem *scrubber* adalah kumpulan berbagai alat kendali polusi udara yang dapat digunakan untuk partikel atau gas keluaran. Istilah *scrubber* juga digunakan untuk menggambarkan *system* yang menyuntikan atau memasukan bahan aktif kering atau *liquid* kedalam arus gas kotor untuk membersihkan gas asam. Perancangan *venturi scrubber* ini bertujuan merancang *venturi scrubber* untuk menaikan *oxsigen* pada *incinerator* sampah dengan mendapatkan desain *venturi scrubber* yang sesuai standar dan dapat menaikan *oxsigen* dari hasil pembakaran sampah pada *incinerator*.

Perancangan ini diawali dengan menentukan alternatif desain, menentukan dimensi *venturi* dan material yang akan digunakan. Hasil dari langkah ini adalah sebuah gambar kerja yang siap untuk diwujudkan melalui pengerjaan mesin. Langkah terakhir adalah melakukan uji desain *venturi* menurut standar Jenis *venturi* dan persyaratan ukuran yang ada pada standar ISO 5167-4. Pembuatan program hitungan perancangan *venturi scrubber* menggunakan *software Delphi 7* serta desain menggunakan *Solidworks 2018*.

Kata kunci : *venturi scrubber*, standar ISO 5167-4, pembakaran sampah.

## **ABSTRACT**

*The rise of waste burning that occurs in the surrounding environment causes damage to nature and affects the health of the human body. For this reason, awareness is needed from the community to build to preserve the natural environment.*

*A scrubber system is a collection of various air pollution control devices that can be used for particles or output gases. The term scrubber is also used to describe a system that injects or inserts dry active material or liquid into a dirty gas stream to clean acid gas. This venturi scrubber design aims to design a venturi scrubber to increase the oxygen in the waste incinerator by getting a venturi scrubber design that is according to the standard and can increase the oxygen from the combustion of waste on the incinerator.*

*This design begins with determining design alternatives, determining the dimensions of the venturi and the material to be used. The result of this step is a working drawing that is ready to be realized through machining. The final step is to conduct a venturi design test according to the venturi type standard and the size requirements that exist in the ISO 5167-4 standard. Making a venturi scrubber design calculation program using Delphi 7 software and design using Solidworks 2018.*

*Keywords: venturi scrubber, ISO 5167-4 standard, waste incineration.*



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
PERNYATAAN.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
ABSTRAK .....	vii
<i>ABSTRACT</i> .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN.....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar belakang .....	1
1.2 Rumusan masalah.....	1
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Batasan masalah .....	2
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Sistematika penulisan .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....</b>	<b>5</b>
2.1 Tinjauan pustaka.....	5
2.2 Landasan teori .....	6
2.2.1 <i>Wet scrubber</i> .....	6
2.2.2 <i>Particulate matter (PM)</i> .....	6
2.2.3 <i>Scrubber type</i> .....	6
2.2.3.1 <i>Spray tower</i> .....	6
2.2.3.2 <i>Cyclonic Spray Tower</i> .....	7
2.2.3.3 <i>Orifice scrubber</i> .....	8

2.2.3.4	<i>Impingement plate scrubbers</i> .....	8
2.2.3.5	<i>Venturi scrubbers for fine particulates</i> .....	9
2.2.3.6	<i>Eductor venturi scrubbers</i> .....	10
2.2.4	Cara kerja <i>wet scrubber</i> .....	11
2.2.5	Perancangan .....	12
2.2.6	Gambar teknik .....	12
2.2.6.1	Proyeksi eropa .....	13
2.2.6.2	Proyeksi amerika .....	14
2.2.7	Peranan komputer dalam proses perancangan .....	14
2.2.8	<i>Solidworks</i> .....	14
2.2.9	<i>Borland delphi 7</i> .....	15
2.2.10	Perhitungan pompa .....	19
2.2.11	ISO 5167-4 .....	20
<b>BAB III METODE PENYELESAIAN</b> .....		<b>23</b>
3.1	Alat dan bahan .....	23
3.2	Proses perancangan .....	26
3.2.1	Menemukan masalah .....	28
3.2.2	Studi literatur .....	28
3.2.3	Studi lapangan .....	28
3.2.4	ISO 5167-4 tabung <i>venturi</i> .....	28
3.2.5	Perhitungan <i>venturi scrubber</i> .....	28
3.2.6	Program <i>software borland delphi 7</i> .....	28
3.2.7	Desain <i>venturi scrubber</i> .....	29
3.3	Diagram perhitungan desain .....	30
3.4	Langkah Pembuatan perangkat lunak .....	31
3.4.1	Diagram pembuatan perangkat lunak .....	32
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....		<b>33</b>
4.1	Menemukan masalah .....	33
4.2	Studi literasi .....	33
4.3	Studi lapangan .....	33
4.4	Perhitungan tabung <i>venturi</i> .....	33

4.4.1	Metode programming <i>Borland Delphi 7</i> .....	34
4.4.2	Deskripsi awal.....	34
4.4.3	Input data.....	35
4.4.4	Hasil perhitungan .....	36
4.5	Desain <i>Venturi scrubber</i> .....	43
4.5.1	Desain wujud.....	43
4.5.2	Desain bagian .....	44
4.5.3	Membuat <i>detail drawing</i> .....	46
4.5.4	Persiapan dokumen produksi .....	47
4.6	Perhitungan pompa air.....	47
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>50</b>
5.1	Kesimpulan.....	50
5.2	Saran.....	50
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>51</b>
<b>LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Spray tower</i> .....	7
Gambar 2.2 <i>Cyclonic spray tower</i> .....	7
Gambar 2.3 <i>Orifice scrubber</i> .....	8
Gambar 2.4 <i>Impingement plate scrubbers</i> .....	9
Gambar 2.5 <i>Venturi scrubbers</i> .....	10
Gambar 2.6 <i>Eductor venturi scrubber</i> .....	10
Gambar 2.7 Proyeksi eropa.....	13
Gambar 2.8 Proyeksi Amerika.....	14
Gambar 2.9 Lembar <i>kerja solidworks 2018</i> .....	15
Gambar 2.10 <i>Main window</i> .....	16
Gambar 2.11 <i>Toolbar</i> .....	16
Gambar 2.12 <i>Componen palette</i> .....	17
Gambar 2.13 <i>Jendela form</i> .....	17
Gambar 2.14 <i>Jendela unit</i> .....	17
Gambar 2.15 <i>Jendela object tree view</i> .....	18
Gambar 2.16 <i>Jendela object inspector</i> .....	18
Gambar 2.17 <i>Desain venturi menurut standar Internasional ISO 5167-4, first edition 2003-03-01</i> .....	22
Gambar 3.2 <i>Diagram perhitungan desain</i> .....	30
Gambar 3.3 <i>Diagram pembuatan perangkat lunak</i> .....	32
Gambar 4.1 <i>Bahasa pemrograman delphi</i> .....	34
Gambar 4.2 <i>Form kosong pada pemrograman</i> .....	35
Gambar 4.3 <i>Form interface input data</i> .....	35
Gambar 4.4 <i>Hasil perhitungan software borland delphi 7</i> .....	36
Gambar 4.5 <i>Desain wujud venturi scrubber</i> .....	44
Gambar 4.6 <i>Desain tabung venturi</i> .....	45
Gambar 4.7 <i>Desain tabung hulu</i> .....	45
Gambar 4.8 <i>Desain tabung hilir</i> .....	46

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Jenis Sampah.....	1
Tabel 3.1 Alat yang digunakan .....	23
Tabel 3.2 Bahan yang digunakan .....	24
Tabel 4.1 Hasil perhitungan <i>software borland delphi 7</i> .....	37
Tabel 4.2 Keterangan <i>venturi scrubber</i> .....	44
Tabel 4.3 Keterangan tabung <i>venturi</i> .....	45
Tabel 4.4 Keterangan tabung hulu .....	45
Tabel 4.5 Keterangan tabung hilir.....	46

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1	Tabel <i>Properties of stainless steel</i>
LAMPIRAN 2	Tabel <i>density</i> dan <i>viscositas</i>
LAMPIRAN 3	Daftar riwayat hidup penulis
LAMPIRAN 4	<i>Bill of material</i>
LAMPIRAN 5	Hasil studi lapangan wawancara
LAMPIRAN 6	Hasil pengujian <i>venturi scrubber</i>
LAMPIRAN 7	Desain <i>venturi scrubber</i>

## DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

$\rho_g$	: Gas <i>density</i> (Kg/m <sup>3</sup> )
$\rho_l$	: Fluida <i>density</i> (Kg/m <sup>3</sup> )
$\mu_g$	: Gas <i>viscosity</i> (N.s/m <sup>3</sup> )
$Q_g$	: Debit aliran gas (m <sup>3</sup> /s)
$Q_l$	: Debit aliran fluida (m <sup>3</sup> /s)
$C_c$	: <i>Cunningham slip correction factor</i> (dimensional)
$d_{pg}$	: <i>Particle aerodynamic geometric mean diameter</i> ( $\mu$ m)
$v_{gt}$	: Gas <i>velocity in venturi throat</i> (m/s)
$d_d$	: <i>Droplet diameter</i> (cm)
$N_{reo}$	: <i>Reynolds number</i> (dimensional)
$C_d$	: <i>Drag coefficient for liquid</i> (dimensional)
$B$	: <i>Parameter for L/G ration</i> (dimensional)
$K_{pg}$	: <i>Inertial parameter for mass-median diameter</i> (dimensional)
$Pt(dp)$	: <i>Penetration for one particle size</i> (dimensional)
$\eta$	: <i>Collection efficiency</i> (%)
$\ell$	: <i>Throat length parameter</i> (mm)
$\Delta P$	: <i>Pressure drop</i> (dyne/cm <sup>2</sup> )
$\beta$	: <i>Diameter ratio</i> (dimensional)
$D$	: <i>Diameter pipa venturi</i> (mm)
$d$	: <i>Diameter throat</i> (mm)
$T_g$	: <i>Temperatur gas</i> (°C)
$T_f$	: <i>Temperatur fluida</i> (°C)
$d_p$	: <i>Diameter partikel</i>
$P_p$	: <i>Partikel density</i>