

**PENGEMBANGAN FILTER BERBASIS
REHEATED BERBAHAN KASA STAINLESS DENGAN
VARIASI LUAS PENAMPANG PADA SISTEM
PEMBUANGAN EMISI UNTUK MENGURANGI $PM_{0,1}$**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
dalam bidang Fisika

Oleh:

MONTANO MADA
125090807111004



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Pengembangan Filter Berbasis Reheated Berbahan Kasa Stainless Dengan Variasi Luas Penampang Pada Sistem Pembuangan Emisi Untuk Mengurangi $PM_{0,1}$

Oleh:
MONTANO MADA
125090807111004

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji pada
Tanggal 2018
dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Sains dalam bidang Fisika

Pembimbing I

Pembimbing II

Drs. Arinto Yudi P W, M.Sc., PhD
NIP. 196407021989031001

Dr.Ir.Wiyono,M.Si.
NIP. 195802101983031001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Brawijaya

Prof.Dr.Rer.Nat Muhammad Nurhuda
NIP. 196409101990021001



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : MONTANO MADA

NIM : 125090807111004

Jurusan : FISIKA

Penulis Skripsi berjudul :

Pengembangan Filter Berbasis Reheated Berbahan Kasa Stainless Dengan Variasi Luas Penampang Pada Sistem Pembuangan Emisi Untuk Mengurangi $PM_{0,1}$

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Isi dari Skripsi yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain. Nama-nama yang termaksud di isi dan tertulis di daftar pustaka digunakan sebagai referensi pendukung dalam skripsi ini.
2. Apabila di kemudian hari ternyata Skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang,2018
Yang menyatakan,

MONTANO MADA
NIM. 125090807111004



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

PENGEMBANGAN FILTER BERBASIS REHEATED BERBAHAN KASA STAINLESS DENGAN VARIASI LUAS PENAMPANG PADA SISTEM PEMBUANGAN EMISI UNTUK MENGURANGI $PM_{0,1}$

ABSTRAK

Telah dibuat suatu sistem filter penyaringan berbasis *reheated* dengan menggunakan variasi luas penampang untuk pengurangan konsentrasi ultrafine partikel pada emisi sepeda motor. Sistem pada penelitian ini menggunakan knalpot standar modifikasi dan filter berbahan *stainless steel* yang menggunakan berbagai variasi luas penampang pada filter, yaitu dengan pemasangan filter pada posisi satu pada dalam knalpot. Pada setiap posisi menentukan besar dari panas dan jumlah partikulat, sehingga partikulat yang melewati filter akan tersaring dan menyebabkan partikulat yang keluar akan berkurang. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui besar efisiensi yang dihasilkan oleh filter pada pengurangan konsentrasi $PM_{0,1}$ dari emisi sepeda motor. Dengan sistem penyaringan yang terpasang pada knalpot dapat mengurangi konsentrasi $PM_{0,1}$ sebesar 43% hingga 45%. Berdasarkan dari penelitian yang sudah dilakukan, filter yang terbaik menggunakan filter tiga.

Kata kunci: Ultrafine Partikulat, Stainless Steel, Posisi, Filter, Efisiensi, Emisi.



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

FILTER DEVELOPMENT BASED REHEATED BY STAINLESS STAINLESS WITH VARIATION AREA IN PIPE ON EMISSION DISPOSAL SYSTEM TO REDUCE $PM_{0,1}$

ABSTRACT

A reheated filtering filter system has been developed using cross-sectional variations for the reduction of particulate ultrafine concentration on motorcycle emissions. The system in this study using modified standard exhaust and stainless steel filters that use a variety of cross sectional area of the filter, that is by the installation of a filter on the one position on in the exhaust. Each position determines the size of the heat and the amount of particulate, so that the particulate passing through the filter will filter and cause the exiting particles to decrease. This research was conducted to find out the efficiency of filter produced by reducing the concentration of $PM_{0,1}$ from motorcycle emission. With an exhaust-mounted filtration system can reduce the concentration of $PM_{0,1}$ by 43% to 45%. Based on the research that have done, the best position of the filter is on the first position, and use the filter three.

Keyword: Ultrafine Particulate, Stainless Steel, Position, Filter, Efficiency, Emission.



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi sesuai dengan waktu yang telah direncanakan. Shalawat dan salam kami haturkan kepada Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga dan para sahabatnya. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dalam bidang Sains Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya. Penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak yang telah mendukung dan membantu penelitian ini khususnya kepada:

1. Allah SWT atas nikmat dan karunia – Nya yang tak pernah putus sebagai pemilik Ilmu.
2. Bapak Prof.Dr.rer.nat Muhamad Nurhuda selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Brawijaya
3. Bapak Drs. Arinto Yudi Ponco W., M.Sc., Ph.D._selaku pembimbing pertama yang telah meluangkan waktu dan pikiran, serta memberi arahan selama penelitian ini.
4. Bapak Dr.Ir.Wiyono, M.Si selaku pembimbing kedua yang telah meluangkan waktu dan pikiran, serta arahan dalam penulisan skripsi ini.
5. Bapak Drs. Hari Arief D.Eng.Ph.D selaku dosen pembimbing akademik sejak semester awal hingga semester akhir yang selalu memberikan arahan serta motivasi.
6. Bambang Joko Pratondo (Bapak), Ima Yunari (Ibu) dan ketiga adik penulis yaitu Bima Adinegoro, Hana Dshinta dan Rezha Ranantyo yang selalu memberikan motivasi, semangat dan doa dari masa perkuliahan hingga penyelesaian tugas akhir ini.
7. Seluruh Dosen, Staff dan Karyawan jurusan Fisika yang telah memberikan pendidikan dan bantuan selama di jurusan Fisika FMIPA UB.
8. Arif Budianto, S.Si., M.Si, Eko Teguh S.Si dan Mia Anggun, S.Si, dan Arsyal Karismadika R, S.Si, yang sudah membantu



- penulis melakukan pengambilan data dan memberikan masukan-masukan serta saran untuk penelitian ini.
9. Abim, Iqbal, Pras, Nikko, Wildan, Andi, Fikri, Lantip dan Aldo sebagai sahabat-sahabat yang sudah menemani penulis dalam menjalani perkuliahan di Malang dan memberikan motivasi.
 10. Teman-teman FISIKA angkatan 2012 khususnya keluarga Instrumentasi 2012 yang setia memberikan semangat.
 11. Teman-teman CL-HMJ Mas Galih (Krewunk), Mas Dimas, Mas Ayik, Mas Hetrio, dan Mas Iyen yang telah banyak memberikan ilmu dan pengalaman selama di Malang.
 12. Beberapa teman Lantip, Buyung dan Dian yang sudah meminjamkan motor untuk pengambilan data dalam penulisan tugas akhir ini.
 13. Claudi Trisulla Putri yang selalu mendukung dan mendoakan kesuksesan penulis.
 14. Dan beberapa Teman-teman bsermain dan belajar di malang yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa penulisan ini masih terdapat kekurangan baik dalam penyusunan, bahasa dan penyajian penjelasannya. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik dari pembaca sehingga dapat memberikan perubahan ke arah yang lebih baik. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Malang, 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
LEMBAR PERNYATAAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Udara	5
2.2 Polusi Udara	6
2.3 Particulate Matter (PM).....	6
2.3.1 Klasifikasi PM.....	7
2.4 Dampak PM terhadap kesehatan dan lingkungan.....	8
2.5 Teknologi Filtrasi PM.....	9
2.5.1 Reheated Sistem.....	9
2.5.2 Porositas.....	10
2.5.3 Elektrostatik.....	10
2.6 Perpindahan Panas	11
2.6.1 Konveksi dan Induksi.....	12
2.6.2 Radiasi.....	13
2.7 P-Trak 8525.....	13
2.8 Stainless Steel	14
BAB III METODE PENELITIAN	17
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	17
3.2 Alat dan Bahan	17
	xiii

3.3 Alur Penelitian	18
3.3.1 Persiapan Alat.....	19
3.3.2 Modifikasi Knalpot.....	19
3.3.3 Perancangan Filter	20
3.3.4 Pengambilan Data.....	21
3.4 Analisa Data	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Desain Filter <i>Reheated</i>	25
4.2 Pengukuran Konsentrasi PM _{0,1}	26
4.3 Efisiensi Filter.....	29
4.3 Pembahasan	31
BAB V PENUTUP	37
5.1 Penutup	37
5.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	39
DAFTAR LAMPIRAN.....	43
A. Data Hasil Penelitian	43
B. Foto Alat dan Bahan.....	48



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gambar Partikulat.....	7
Gambar 2.2 Dampak deposisi dalam Paru-Paru.....	9
Gambar 2.3 Filter DPF.....	11
Gambar 2.4 Perpindahan Panas.....	11
Gambar 2.5 P-TRAK 8525.....	14
Gambar 2.6 Pengguna <i>Stainless Steel</i>	14
Gambar 3.1 Alur Penelitian.....	18
Gambar 3.2. Bentuk Desain dalam Silencer.....	20
Gambar 3.3 Kawat Kassa <i>Stainless Rajut</i>	21
Gambar 3.4 Desain Akhir Filter.....	21
Gambar 3.5 Skema Pengambilan Data.....	22
Gambar 4.1 Filter yang dihasilkan.....	25
Gambar 4.2 Knalpot modifikasi (tanpa filter).....	25
Gambar 4.3 Knalpot modifikasi (dengan filter).....	26
Gambar 4.4 Grafik konsentrasi terhadap t motor satu.....	26
Gambar 4.5 Grafik konsentrasi terhadap t motor dua.....	27
Gambar 4.6 Grafik konsentrasi terhadap t motor tiga.....	28
Gambar 4.7 Rata-rata efisiensi pada ketiga motor.....	29
Gambar 4.8 Ilustrasi sebuah partikel $PM_{0,1}$	31
Gambar 4.9 Efisiensi dari menit 5.....	32
Gambar 4.10 Efisiensi dari menit 25.....	33



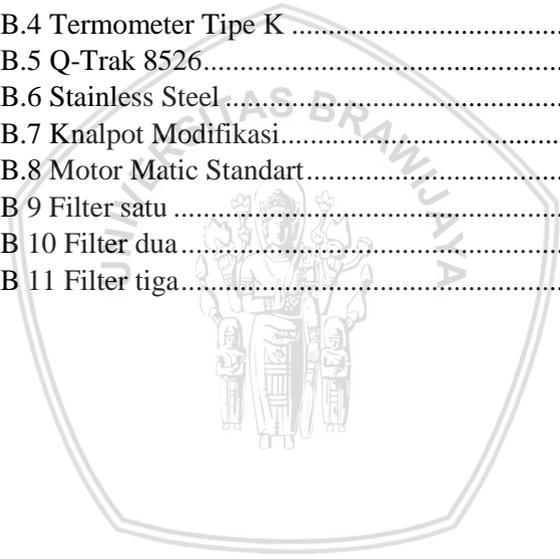
DAFTAR TABEL

Tabel 1 Senyawa Penyusun Udara	5
Tabel 2 Spesifikasi Ukuran Dari Filter.....	17



DAFTAR LAMPIRAN

Tabel A. 1. Data Konsentrasi Pada Motor Satu.....	43
Tabel A. 2. Data Konsentrasi Pada Motor Dua.....	44
Tabel A. 3. Data Konsentrasi Pada Motor Tiga	45
Tabel A. 4. Temperatur Emisi Pada Sepeda Motor Satu.....	47
Tabel A. 5. Temperatur Emisi Pada Sepeda Motor Dua... ..	47
Tabel A. 6. Temperatur Emisi Pada Sepeda Motor Tiga.....	47
Gambar B.1 Kondisi saat pengambilan data	41
Gambar B.2 Kondisi saat pengambilan data (2).....	42
Gambar B.3 P-trak 8525.....	42
Gambar B.4 Termometer Tipe K	43
Gambar B.5 Q-Trak 8526.....	43
Gambar B.6 Stainless Steel	43
Gambar B.7 Knalpot Modifikasi.....	44
Gambar B.8 Motor Matic Standart.....	51
Gambar B 9 Filter satu	52
Gambar B 10 Filter dua.....	52
Gambar B 11 Filter tiga.....	52





(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beberapa jumlah warga kota, terutama pada Asia Tenggara, sudah banyak mempunyai sepeda motor sebagai alat transportasi di perkotaan. Dengan populasi yang padat dan kepadatan kerja yang relatif cukup tinggi namun dengan kondisi jalan sempit dan beberapa jalan yang dapat dibidang terdistribusi secara merata menjadikan sepeda motor sebagai pilihan yang tepat untuk perjalanan dari satu tempat ke tempat lain di banyak kota.

Sepeda motor yang murah, dan bahan bakar yang murah pun menjadikan sepeda motor sebagai pilihan tepat. Sepeda motor tidak banyak menggunakan lahan tempat karena bentuk dan kemampuannya yang bermanuver. Karena banyaknya pengguna sepeda motor, baik di kota maupun di desa, maka dapat terjadinya polusi udara yang tidak terkontrol bahkan hal ini dianggap lumrah. (Yeung, 2015).

Gas buangan yang berasal dari lalu lintas ikut terlibat dalam perusakan konsentrasi udara secara keseluruhan di daerah perkotaan. *Particulate Matter*, yang terutama berukuran lebih kecil dari sepuluh (PM_{10}), adalah salah satu polusi yang banyak dikeluarkan melalui kendaraan lalu lintas darat. Partikel kecil ini terbukti merugikan kesehatan manusia di lingkungan perkotaan. (Anderson, 2012).

Emisi partikulat yang berasal dari jalan dapat muncul dari dua sumber, yaitu berasal dari knalpot kendaraan atau dari non-knalpot seperti keausan pada bagian kendaraan (misalnya ban dan kopling). Sumber lainnya yang tidak kalah penting dari emisi partikulat lalu lintas pada jalan raya adalah suspensi debu yang dihasilkan akibat pergerakan kendaraan. (Pant dan Harrison, 2013).

Partikulat udara halus dan partikulat terespirasi merupakan partikulat yang berbahaya karena dapat secara efektif masuk ke saluran pernafasan. Partikulat yang berukuran kurang dari 2,5 μm ($PM_{2,5}$) dapat berpenetrasi menembus bagian terdalam dari paru-paru dan sistem jantung, menyebabkan infeksi saluran pernafasan akut, kanker paru-paru, penyakit kardiovaskular dan bahkan kematian. (Mariana, M., 2012).

Terlepas dari sudut pandang kesehatan manusia atau iklim global, mengukur komposisi kimia ultrafine aerosol, terutama berdasarkan dari partikel-demi-partikel, penting untuk memahami sumber dan dampaknya. Dalam kasus pada kesehatan manusia, efek kesehatan yang merugikan mungkin bergantung pada kandungan partikel itu sendiri, yang mungkin juga menunjukkan sumber paparan yang penting. Dalam kasus pembentukan partikel baru, jumlah partikel yang dapat berfungsi sebagai inti kondensasi awan bergantung pada komposisi dari sejumlah partikel, terutama untuk partikel yang berukuran lebih kecil dari diameter sekitar 100 nm (Dusek, 2006; Zelenyuk, 2010).

Partikulat yang dihasilkan dari sejumlah kendaraan bermotor berdampak berbahaya bagi kesehatan manusia, khususnya yang berukuran ($PM_{2,5}$) dan ($PM_{0,1}$) partikel – partikel ini dapat mudah masuk melalui lubang pernafasan pada manusia, baik hidung maupun mulut. Dan dapat menyebabkan berbagai penyakit seperti gangguan pernafasan, penyakit paru dan kanker pada bagian dalam tubuh jika terjadi pengendapan dalam jangka waktu yang lama.

Maka upaya yang harus dilakukan supaya tidak terjadinya gangguan macam penyakit yang disebabkan oleh *Particulate Matter* yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor adalah mengurangi jumlah partikulat dengan alat khusus. Sehingga kendaraan bermotor tidak banyak menyebabkan polusi udara, terlebih ramah terhadap lingkungan sekitar.

Oleh karena itu berdasarkan latar belakang tersebut, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Pengurangan Konsentrasi Ultrafine Particle ($PM_{0.1}$) Pada Knalpot Motor Dengan Menggunakan Posisi dari Filter Stainless”.

1.2 Perumusan Masalah

Dalam penelitian kali ini, terdapat beberapa rumusan masalah yang terdiri sebagai berikut :

1. Bagaimana konsentrasi dari partikulat $PM_{0.1}$ pada hasil pembakaran kendaraan bermotor tanpa menggunakan filter?
2. Apakah pemberian filter pada knalpot berbahan dasar stainless dapat mengurangi konsentrasi partikulat $PM_{0.1}$ yang terdapat pada asap keluaran motor?
3. Dimanakah letak dan posisi filter stainless pada knalpot yang efisien dalam mengurangi dampak konsentrasi Ultrafine Particle?

1.3 Batasan Masalah

Berikut adalah beberapa Batasan Masalah pada penelitian ini, ialah sebagai berikut :

1. Penelitian ini membahas tentang dampak dalam meminimalisir konsentrasi Ultrafine Particle pada knalpot yang sudah diberi filter stainless.
2. Penelitian ini menggunakan tiga sepeda motor Honda BEAT 125cc pada tahun produksi yang sama.
3. Kadar konsentrasi partikulat yang diukur hanya terbatas untuk partikulat Ultrafine $PM_{0.1}$.
4. Dalam penelitian ini, tidak membahas tentang kadar kimia apapun ketika pembakaran pada knalpot terjadi.

1.4 Tujuan

Tujuan dilakukannya penelitian kali ini adalah :

1. Mengetahui seberapa banyak kandungan partikel $PM_{0.1}$ yang terdapat pada asap knalpot motor dapat diminimalisir dengan filter stainless.
2. Mengetahui konsentrasi partikel $PM_{0.1}$ sebelum dimulainya penelitian, menggunakan P-TRAK 8525.
3. Mengetahui perbandingan dari konsentrasi partikel $PM_{0.1}$ dari sebelum diberi filter stainless dan sesudah diberikan filter pada knalpot motor.
4. Dapat mengurangi kadar konsentrasi partikel $PM_{0.1}$ dari sistem pembakaran asap pada sepeda motor Honda BEAT.
5. Agar berkurangnya polusi udara yang terjadi pada lingkungan hidup manusia, khususnya di kota.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian kali ini adalah :

1. Dapat menyelesaikan masalah polusi udara yang terjadi pada lingkup sekitar manusia.
2. Dapat dijadikan pembelajaran mengenai Ultrafine Particle kepada masyarakat untuk mengembangkan kembali penelitian tentang filter yang lebih efektif mengurangi $PM_{0.1}$

3. Efisiensi dari filter stainless terhadap perubahan partikel dapat diketahui untuk penelitian lebih lanjut
- 4.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Udara

Udara merupakan media lingkungan yang merupakan kebutuhan dasar manusia perlu mendapatkan perhatian yang serius, hal ini pula menjadi kebijakan Pembangunan Kesehatan Indonesia 2010 dimana program pengendalian pencemaran udara merupakan salah satu dari sepuluh program unggulan.

Pertumbuhan pembangunan seperti industry, transportasi, dll disamping memberikan dampak positif namun di sisi lain akan memberikan dampak negatif dimana salah satunya berupa pencemaran udara dan kebisingan baik yang terjadi didalam ruangan (indoor) maupun di luar ruangan (outdoor) yang dapat membahayakan kesehatan manusia dan terjadinya penularan penyakit. (Parker, 1981).

Ketika berbicara tentang udara atau suatu atmosfer, maka yang dimaksud dengan udara adalah suatu kesatuan ruangan, dimana makhluk hidup berada didalamnya. Udara atmosfer merupakan campuran gas yang terdiri dari 78% nitrogen; 20% oksigen; 0,93% argon; 0,03% karbon monoksida dan sisanya terdiri dari neon, helium, metan dan hidrogen. Udara dikatakan “normal“ dan dapat mendukung kehidupan manusia, apabila komposisinya seperti tersebut di atas. (Parker, 1981).

Komponen	Formula	Persen Vol.	ppm
Nitrogen	N ₂	78,08	780.800
Oksigen	O ₂	20,95	209.500
Argon	Ar	0,934	9.340
Karbon Dioksida	CO ₂	0,0314	314
Neon	Ne	0,00182	18
Helium	He	0,000524	5
Metana	CH ₄	0,0002	2
Kripton	Kr	0,000114	1

Gambar 2.1 Kandungan pada Udara

2.2 Polusi

Polusi udara pada masa lalu lebih banyak disebabkan oleh kejadian alam seperti debu dan pasir, kebakaran hutan, letusan gunung berapi, dan gas yang keluar dari dalam bumi atau yang dilepas oleh materi organik yang membusuk. Bentuk polusi ini masih ada sampai sekarang dan sesekali dapat menyebabkan ancaman serius. Namun, selain polutan alami ini, sekarang terdapat produk limbah yang dihasilkan oleh peradaban industrialisasi modern. Produk masyarakat modern ini mengancam mutu udara yang dihirup di seluruh dunia. Hal ini memicu dilakukannya upaya untuk menurunkan tingkat konsentrasinya dalam udara ambien. Antara tahun 1970-1999, Amerika Serikat berhasil mengurangi beberapa konsentrasi polutan standar dari udara ambien, salah satunya sulfur dioksida 40% namun meningkatkan konsentrasi nitrogen oksida sebesar 17% (Mckenzie, Pinger dan Kotecki 2007).

Beberapa penelitian telah banyak mengungkapkan tentang kondisi pencemaran udara dunia baik di luar maupun dalam ruangan. Di Indonesia sendiri penelitian terkait pencemaran udara telah menjadi perhatian beberapa tahun terakhir mengingat dampak yang ditimbulkannya. Penelitian terhadap gas SO₂ dan NO₂ pernah dilakukan di Indonesia pada suatu Industri. Selama tahun 1988-1992 kadar gas SO₂ melampaui nilai baku mutu udara ambien dimana kadar tertinggi pada tahun 1991 yaitu 0.1 ppm dengan kadar rata-rata adalah 0.11 ppm. Sementara untuk NO₂ pada udara ambien selama kurun waktu tersebut melampaui nilai baku mutu udara ambien dimana tertinggi pada tahun 1989 sebesar 0.32 ppm. Kadar rata-rata gas NO₂ selama kurun waktu tersebut sebesar 0.14 ppm (Mukono, 2008).

2.3 Partikulat Matter

Materi Partikulat (*particulate matter*) didefinisikan sebagai material dalam bentuk solid maupun liquid di udara dengan ukuran diameter partikel sekitar 0,005 μm hingga 100 μm , meskipun yang dalam bentuk suspensi secara umum kurang dari 40 μm (Hinds, 1982).

Partikel mikroskopis yang melayang di udara terdiri atas bermacam-macam jenis baik berdasarkan sumber, maupun

berdasarkan wujudnya. Efek dari partikel itu tidak hanya berpengaruh terhadap iklim dan visibility, namun juga terhadap kesehatan dan kualitas hidup. Partikel di udara bebas berbentuk aerosol, yang tersuspensi dalam gas (Hinds, 1982).

2.4 Ultrafine Particle

Ultrafine Particle (Extremely small/nuclei mode), yaitu partikel yang berukuran kurang dari $0,1 \mu\text{m}$ (kurang lebih $0,1 \mu\text{m}$). Proses utama pembentukan partikel ini biasanya melalui kondensasi uap panas selama proses *combustion* dengan temperature tinggi dan proses nukleasi material atmosferik yang membentuk partikel baru. Ukuran partikel - partikel ini bertabrakan satu dengan yang lain dan membentuk partikel baru yang lebih besar (Chong, 2002).

Partikel ultrafine umumnya terbuat dari proses pembakaran di mana pertumbuhan partikel adalah dari molekul ke atas dan partikel-partikel ini bisa sangat kecil, jauh lebih kecil dari partikel yang dipelajari dalam permasalahan debu partikel sampai sekarang. Ultrafine juga memiliki peran penting dalam industri misalnya, sebagai ultrafine karbon hitam sehingga adanya potensi paparan kerja. Namun, sejauh mana risiko untuk pekerja belum dinilai. (Chong, 2002).

2.5 Perpindahan Panas

Pada Eksperimen awal Schmidt et al. menemukan konveksi bebas dan alami yang terdapat di Indonesia sekitar titik – titik kritis untuk menunjukkan peningkatan yang tajam dalam perpindahan panas koefisien. Eksperimen awal Schmidt et al. menemukan konveksi bebas dan alami di Indonesia sekitar titik kritis untuk menunjukkan peningkatan tajam dalam perpindahan panas koefisien. Peneliti lain menemukan penurunan pada koefisien perpindahan panas.

Pemeriksaan eksperimental lebih lanjut membawa hasil yang menjelaskan perilaku ini: Shitsman dan Yamagata et al. menunjukkan bahwa koefisien perpindahan panas Di dekat entalpi kritis menunjukan nilai minimum. Mereka juga melaporkan Osilasi tekanan di wilayah yang sama. Nilai maksimum dalam kondisi koefisien perpindahan panas yang ditemukan dalam percobaan, di mana perbedaan suhu antara Dinding dan cairan curahnya kecil. Hsu menyarankan sebuah penjelasan: Untuk Perbedaan suhu kecil,

situasinya mirip dengan nukleat yang mendidih saat perpindahan panas yang sangat bagus. Untuk perbedaan suhu yang besar, situasinya mirip dengan lapisan yang mendidih dengan perpindahan panas yang buruk, sehingga nilainya menjadi minimum.

Sekarang sudah pasti bahwa selama perpindahan panas yang mendekati kritis dan Daerah superkritis, koefisien perpindahan panas dapat ditingkatkan atau dikurangi. Peningkatan perpindahan panas digunakan dalam beberapa aplikasi untuk pengolahan kimia, dan konversi energi. Tata letak yang tidak memadai dari tabung boiler bisa menyebabkan perpindahan panas yang memburuk (DHT) dengan suhu tinggi yang tidak terbengkalai dari dinding tabung. (Hsu, 1961).

Koefisien perpindahan panas menunjukkan peningkatan kelompok konveksi bebas dan lingkaran konveksi alami di dekat titik kritis. Perangkat tambahan terjadi pada rentang suhu yang terbatas, dan puncaknya terlampaui jauh dari kritis. Perilaku mendidih yang terjadi seperti konveksi alami yang sangat kritis dan perpindahan panas yang tidak disertai dengan peningkatan *heattransfer* yang ditandai koefisien yang terkait dengan nukleat mendidih. Data kedua kelompok dan loop konveksi alami telah berhasil berkorelasi dengan variabel modifikasi properti terhadap persamaan standar untuk konfigurasi yang diberikan. (Mayinger, Scheidt, 1984).

2.6 P-Track 8525

P-Track Ultrafine Particle Counter merupakan alat yang digunakan untuk menghitung jumlah partikel ultrafine yang ada pada udara. Alat ini memiliki satuan partikel per sentimeter kubik. Alat ini mempunyai bagian utama yaitu P-Track itu sendiri dan juga terdapat probe yang digunakan sebagai tempat masuknya partikel yang dapat dihitung jumlahnya pada bagian dalam alat ini. Kemudian terdapat juga kartrid yang terisi alkohol digunakan pada saat pengukuran sebagai sumber sintilasi.

Dalam penggunaannya alat ini tidak dapat terkena sinar matahari langsung dan tidak dapat dimiringkan vertikal karena dapat merusak alat., sedangkan dalam perawatannya pemasangan dan pelepasan kartrid dar alkohol harus dilakukan dengan cepat agar tidak tercampur debu yang ada.

Prinsip kerja dari P-Track adalah dengan memompa partikel-partikel masuk kedalam tabung saturator. Kemudian partikel-partikel tersebut akan bereaksi dengan uap alkohol yang berasal dari katrid yang terpasang pada sisi P-Trak. Setelah bereaksi dengan uap alkohol, partikel tersebut akan masuk kedalam tabung kondensor dan akan terjadi kondensasi dari partikel tersebut. Sehingga partikel tersebut akan menjadi tetesan air atau droplet. Tetesan air tersebut akan masuk ada sensor berupa laser yang kemudian akan dideteksi dengan menggunakan detektor yang sudah terpasang pada alat tersebut. Hasil yang didapatkan dari pengukuran dengan menggunakan P-Trak adalah partikel per centimetercubic.(tsi.com).



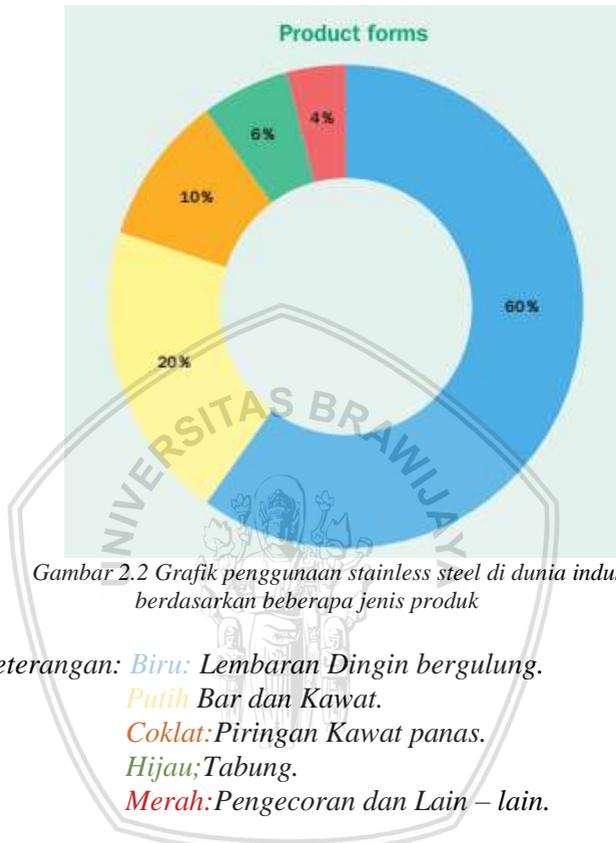
Gambar 2.1 P-Trak 8525

2.7 Stainless Steel

Besi dan paduan besi yang paling umum, baja, membentuk sudut pandang korosi bahan yang relatif miskin karena berkarat di udara, menimbulkan korosi pada asam dan skala di atmosfer tungku suhu tinggi. Terlepas dari ini ada sekelompok paduan dasar besi. paduan besi-kromium (Fe-Cr), seringkali dengan penambahan nikel (Ni), yang dikenal sebagai baja tahan karat, yang "*tidak berkarat di air laut*". Dan "*tahan terhadap asam pekat*" dan yang "*tidak berskala temporer ke 1100° C.*".

Baja yang sudah tidak diragukan lagi merupakan bahan konstruksi industri utama. Produk dominan yang secara individual hanya membentuk sepertiga atau kurang dari jumlah total lembaran lembaran gulungan dingin. Bentuk produk yang dominan untuk baja tahan karat adalah *cold rolled sheet*. Gambar 2.2 adalah produk lain

yang secara terpisah hanya membentuk sepertiga atau kurang dari jumlah lembaran gulung yang dilingkari.



Gambar 2.2 Grafik penggunaan stainless steel di dunia industry, berdasarkan beberapa jenis produk

Keterangan: *Biru: Lembaran Dingin bergulung.*
Putih Bar dan Kawat.
Coklat: Piringan Kawat panas.
Hijau; Tabung.
Merah: Pengecoran dan Lain – lain.

(Sumber; Outokumpu, 2013)

Penggunaan didominasi oleh beberapa bidang utama: produk konsumen, peralatan untuk industri minyak dan gas dan industri makanan dan minuman.

Nilai karat yang paling banyak digunakan adalah baja jenis Cr-Ni 18-8 austenitik, yaitu 'EN 1.4301 / 1.4307. yang membentuk lebih dari 50% produksi global stainless steel. Nilai berikutnya yang paling banyak digunakan adalah Cr-steels feritik seperti 1,4512 dan 1,4016. diikuti oleh baja austenitik Cr-Ni-Mo molybdenum 14401 /

1.4404. Bersama-sama nilai ini menghasilkan lebih dari 80% dari total tonase baja tahan karat. Bagian yang tersisa mengandung nilai austenitik lainnya seperti nilai austenitik kinerja tinggi seperti nilai dupleks dan martensit. (Outokumpu, 2013).



BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian

Pada Pembuatan alat dan Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Air Quality dan Lab Workshop, pada bulan April 2017 hingga Oktober 2017

3.2 Alat dan Bahan

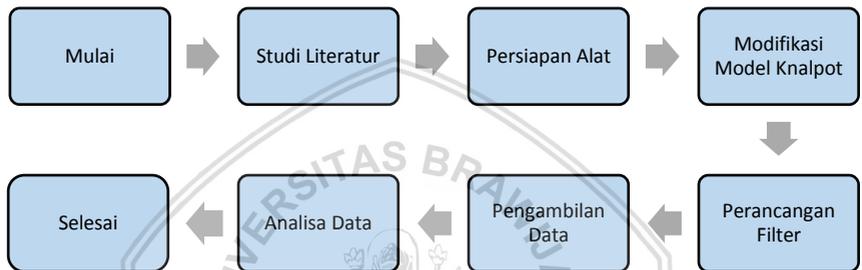
Alat dan Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah knalpot standar (bekas) yang dapat dibuka, klem besi yang sudah dipasang filter Stainless, tool set (obeng, kunci pas, dll), multimeter digital, termokopel tipe-K (1^0 C), P-Trak model 8525 ($0,1 \mu\text{m}$), Q-Trak untuk mengukur ambient dan tiga buah motor produksi tahun 2012 dengan standar pabrik.

- Filter 1: Lebar 0,2 cm dan Panjang 0,2 cm
- Filter 2: Lebar 0,5 cm dan Panjang 0,5 cm
- Filter 3: Lebar 0,2 cm dan Panjang 0,5 cm
- Filter 4: Lebar 1 cm dan Panjang 0,5 cm

Macam jenis ukuran dari Filter Stainless yang akan digunakan seperti pada ukuran yang diatas, merupakan kriteria dari jenis filter yang akan digunakan oleh penulis pada penelitian kali ini. Yang dimana akan diterapkan pada beberapa corong output pada dalam knalpot modifikasi.

3.3 Alur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dari beberapa tahapan, seperti yang akan digambarkan pada Gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1 Alur Penelitian

3.3.1 Studi Literatur

Dalam proses penelitian kali ini, studi literatur adalah proses utama sebelum percobaan penelitian akan dimulai. Dalam tahap studi literatur ini penulis diharuskan mencari beberapa sumber dari segala macam permasalahan yang terdapat pada Ultrafine partikel, dari mulai pembentukan hingga efek negatif yang dapat terjadi pada tubuh manusia. Setelah itu penulis mencari tahu literatur tentang bahan filter yang akan digunakan yaitu stainless steel yang merupakan bahan yang akan digunakan untuk menjadi filter kali ini. Setelah mengetahui cara kerja dari penyaringan filter tersebut, penulis kemudian mencari proses dari perpindahan panas yang terjadi pada knalpot yang digunakan.

3.3.2 Persiapan Alat

Setelah dilakukannya studi literatur maka terlebih dahulu penulis mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan, supaya diharapkan penelitian dapat berjalan dengan sesuai dengan Alur penelitian dan tidak terjadi kesalahan atau kekurangan saat pengambilan data.

Dibawah ini adalah beberapa alat yang digunakan pada penelitian,



Gambar 3.2 P-Trak 8525

P-Trak berfungsi sebagai pengukur jumlah partikulat yang terukur dalam satuan micrometer ($0,1 \mu\text{m}$). Dan alat ini hanya bekerja pada satu ukuran partikulat saja yaitu $0,1 \mu\text{m}$. Melalui probe yang sudah tersedia dan selang yang berfungsi sebagai penyalur asap yang akan disalurkan pada

P-Trak, kemudian P-Trak akan mendeteksi jumlah partikulat yang terukur.



Gambar 3.3 Termometer Tipe K

Termometer berfungsi sebagai pengukur suhu dalam knalpot motor, thermometer ini terletak pada bagian dalam knalpot bersamaan dengan penggantian filter yang diuji. Pada setiap output dari corong asap yang sudah ditentukan dari awal studi literatur.



Gambar 3.4 Q-Trak 7575

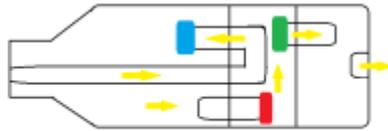
Q-Trak berfungsi sebagai pengukur suhu lingkungan sekitar, alat ini berhubungan dengan P-Trak yang bilamana Q-Trak menunjukkan kelembaban dari 78% maka P-Trak sebaiknya tidak digunakan terlebih dahulu hingga kelembaban sudah berkurang dan tidak lebih dari batas maksimal kelembaban.

3.3.3 Modifikasi Model Knalpot

Pada tahap modifikasi model knalpot, penulis menentukan dahulu sepeda motor yang sesuai dengan tujuan dari penelitian ini, dan merekonstruksi beberapa model dari knalpot agar dapat digunakan sesuai dengan tujuan awal dan perancangan klem dan ukuran filter – filter.

Sepeda motor yang digunakan merupakan sepeda motor Honda Matic standart tahun 2012. Pemilihan sepeda motor ini dikarenakan bentuk *silencer* knalpot yang sedang (medium). Filter akan ditempatkan di dalam *silencer* knalpot sehingga dibutuhkan bentuk *silencer* yang ukurannya terbilang sedang. Selain itu motor matic ini mudah dibongkar pasang pada bagian knalpotnya sehingga penelitian ini dapat dilakukan tanpa ada nya masalah, dan membuat pertimbangan penulis untuk menggunakan sepeda motor ini.

Setelah itu knalpot motor dimodifikasi agar bagian *silencer* dari knalpot dapat dibuka tutup. Bagian luar *silencer* dipotong menjadi dua bagian dan diberi engsel agar dapat dibuka tutup. Pada bagian *silencer* yang dimodifikasi ini bertujuan untuk memberikan filter pada setiap corong output yang berada pada dalam knalpot, dan pada bagian luar knalpot diberi sekrup pengencang supaya asap dari knalpot motor tidak keluar dan kencang saat penelitian dilakukan.



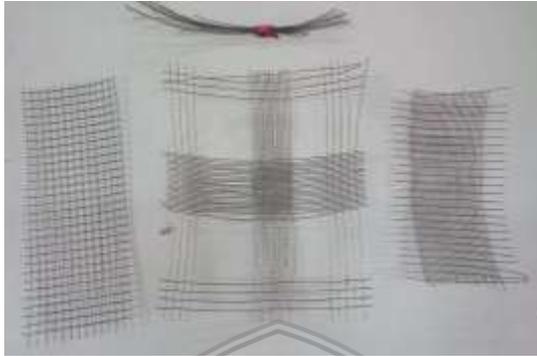
Gambar 3.5 Bentuk Desain dalam Silencer

Keterangan:

- ✓ **Biru** : Posisi Satu
- ✓ **Merah** : Posisi Dua
- ✓ **Hijau** : Posisi Tiga

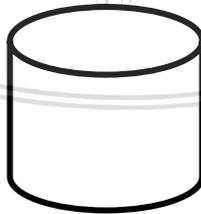
3.3.4 Perancangan Filter

Dalam proses ini, kawat stainless akan dimodifikasi menjadi sebuah bentuk rajutan pada sebuah klem besi dengan berbagai ukuran. Klem besi diukur dan dibentuk dari lubang keluaran dari knalpot motor agar pemasangan filter dapat dilakukan. Setelah itu kawat yang sudah selesai dicetak akan dipatenkan pada klem besi supaya kawat tidak mudah terlepas. Dibawah ini adalah bentuk mentah dari model filter yang digunakan.



Gambar 3.5 *Stainless*

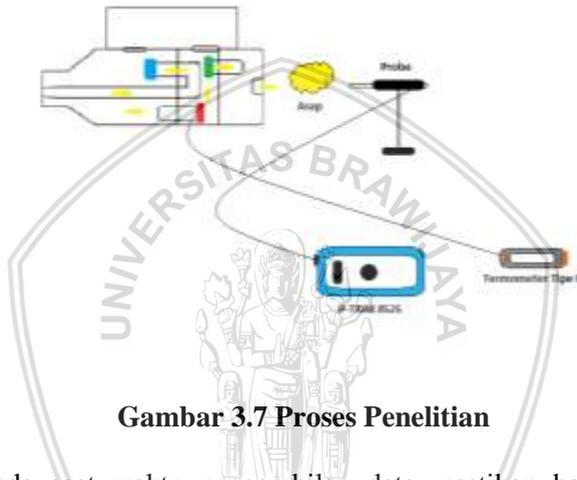
Setelah persiapan dari perancangan filter sudah memenuhi sesuai dengan yang dibutuhkan, maka perancangan filter dapat dilakukan. Filter terdiri dari empat macam ukuran yang sudah dibahas pada bagian Alat dan Bahan. Berikut adalah beberapa gambar dari perancangan filter yang sudah selesai dibuat.



Gambar 3.6 *Klep*

3.3.5 Pengambilan Data

Pada tahap pengambilan Data, ada beberapa tahapan yang dilakukan. Berikut adalah beberapa tahapan yang harus dilakukan seperti pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Proses Penelitian

Pada saat waktu pengambilan data, pastikan bahwa seluruh peralatan dan bahan sudah siap. Pastikan juga bahwa kondisi knalpot dingin. Cara ini supaya data tidak terpengaruh saat pengambilan data akan dimulai. Kemudian knalpot yang dingin tersebut dimasukan filter yang memiliki 3 posisi yaitu depan, tengah, dan belakang. Tiap – tiap posisi ini memiliki jumlah tingkat pengaruh yang berbeda saat menyaring partikulat. Sebelum knalpot akan ditutup, masukan juga termokopel tipe-K agar dapat menghitung suhu dari knalpot. Agar selalu terpantau mata. Setelah itu knalpot ditutup dan kencangkan mur besi yang terdapat pada knalpot tersebut, agar terhindar dari asap knalpot yang keluar melalui celah celah pinggir knalpot maka beri selotip hitam tebal diseluruh permukaan atau pinggir celah knalpot.

Tahap selanjutnya ialah pemasangan Probe dari P-Trak 8525 tepat dibelakang knalpot yang berjarak sekitar kurang lebih 40cm, dan sediakan Q-Trak yang dimana berfungsi sebagai pengukur ambient dan kelembaban pada lingkungan sekitar yang bilamana diatas dari 78% sebaiknya penggunaan alat P-Trak dihentikan supaya tidak terjadi nya hal yang tidak diinginkan. Yang kemudian mesin dihidupkan pada kondisi tertentu. Selama mesin bekerja, P-Trak akan menerima banyak data secara terus menerus sehingga diperlukan pencacahan beberapa data selama interval waktu ditetapkan yaitu 5 menit, 10 menit, 15 menit, 20 menit, dan 25 menit pada mesin bekerja.

Data pengamatan didapatkan sebanyak 15 data acak dalam kurun waktu yang sudah ditentukan. Sehingga dapat menentukan nilai rata – rata dari konsentrasi partikel yang dikeluarkan dari sepeda motor.

3.4 Pengolahan Data

Pada saat pengolahan data, Data yang terbaca oleh P-Trak pada selang waktu yang telah ditentukan dicatat secara manual. Pengambilan data dilakukan secara acak pada *range* waktu tertentu yaitu pada setiap pergantian lima menit yang dimana data diambil hingga menit 25, dan awal mencatat data pada waktu empat menit 50 detik.

Untuk perhitungan konsentrasi rata-rata sebelum dipasang sebuah filter adalah:

$$\overline{C_0} = \frac{\sum C_0}{n} \quad (3.1)$$

Konsentrasi rata-rata sebelum (C_0) dipasang filter (C_0).

$$\delta \overline{C_0} = \sqrt{\frac{\sum |C_0 - \overline{C_0}|^2}{n(n-1)}} \quad (3.2)$$

Deviasi Konsentrasi rata-rata sebelum (C_0) dipasang filter.

$$\overline{C_1} = \frac{\Sigma C_1}{n} \quad (3.3)$$

Konsentrasi rata-rata setelah (C_1) dipasangi filter.

$$\delta C_1 = \sqrt{\frac{\Sigma |C_1 - \overline{C_1}|}{n(n-1)}} \quad (3.4)$$

3.4.1 Efisiensi Filter

Besar Filter efisiensi untuk $PM_{0,1}$ dihitung dengan menggunakan persamaan.

- Efisiensi:

$$Ef = \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100\% \quad (3.5)$$

3.5 Analisa Data

Selesai saat melakukan pengolahan data, maka dilakukan analisa data adalah dengan menentukan total konsentrasi partikel ultrafine dimana total konsentrasi partikel ultrafine ditentukan dengan luas area grafik yang telah dibuat dari setiap jenis bahan yang digunakan. Data jumlah konsentrasi per 5 menit pencacahan diplot pada grafik untuk dianalisis. Selain analisa yang dilakukan terhadap besarnya konsentrasi dilakukan pula analisa terhadap besarnya efisiensi dari masing-masing filter dan besarnya nilai konsistensi dari filter ketika digunakan pada objek yang berbeda.

3.6 Membuat Laporan

Pada tahap ini semua pengambilan data dan analisa data yang sudah selesai dilakukan, diolah menjadi sebuah laporan. Kemudian data yang telah diperoleh kemudian

dianalisis sehingga dihasilkan nilai C0 dan C1 rata-rata beserta standar deviasi, serta nilai efisiensinya. Data hasil analisis kemudian diplot menjadi histogram perbandingan C0 dan C1 keempat bahan uji dan grafik hubungan antara jenis bahan dengan besarnya nilai efisiensi penyerapan (dalam %). Sehingga didapatkan karakteristiknya (persamaan fungsi grafik $f(x)$ beserta koefisien determinasinya (R^2) dan korelasi). Perlakuan ini diterapkan pada seluruh jenis filter dan sepeda motor bahan uji, supaya terhindar dari kesalahan pengambilan yang diperoleh.



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Desain Filter dan Knalpot

Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan, didapatkan empat buah filter *stainless* yang berbeda ukuran seperti pada **Gambar 4.1**.



Gambar 4.1 Filter

Filter yang digunakan berbahan *stainless* dan memiliki jari-jari yang berbeda pada setiap filter. Dengan menggunakan (klep), *stainless* direkatkan secara paten. Setiap filter memiliki ukuran yang berbeda agar filter dapat membedakan bentuk penyaringan yang terjadi saat pengambilan data.

Pada penelitian ini, penulis merancang bentuk jenis knalpot yang memiliki spesifikasi pada **Gambar 4.2**, dan knalpot memiliki engsel yang sudah dimodifikasi agar dapat meletakkan filter pada tiap posisi, dan peletakkan termokopel pada tiap filter.

Dari tiap posisi memiliki jangkauan letak yang berbeda dengan input asap motor sehingga posisi letak yang digunakan yaitu posisi satu.



Gambar 4.2 Knalpot

4.2 Hasil Pengukuran

Pada penelitian ini pengukuran konsentrasi $PM_{0,1}$ dilakukan dengan menggunakan tiga buah sepeda motor, dengan jenis motor yang sama dengan kondisi mesin pabrikan (*ori*). Pengukuran yang dilakukan berdasarkan ukuran kondisi motor tanpa menggunakan filter dan menggunakan filter, serta dilakukan juga pengukuran suhu disekitar filter. Pengukuran yang dilakukan ialah dengan mencari posisi yang efisien terlebih dahulu pada motor pertama, secara empat kali dengan posisi yang berbeda (memiliki tiga posisi), yang selanjut nya digunakan posisi satu untuk peletakan filter pada tiap motor yang akan diambil data partikulatnya.

4.3 Pengukuran Suhu

Hasil pengukuran suhu yang dilakukan pada setiap filter dilakukan pada daerah letak filter, pengukuran dilakukan pada ke empat filter yang berbeda. Pengukuran suhu dilakukan saat pengambilan data pertikulat sebanyak lima kali, dengan waktu yang sudah ditentukan. Dibawah ini tabel 4.1 menunjukkan hasil dari pengukuran tersebut.

Tabel 4.1 Data Suhu Sepeda Motor Filter Satu

Motor Pertama		Motor Dua		Motor Tiga	
Waktu	Suhu	Waktu	Suhu	Waktu	Suhu
5 Menit		5 Menit	99,1°C	5 Menit	
10 Menit		10 Menit	129,1°C	10 Menit	
15 Menit		15 Menit	147,7°C	15 Menit	
20 Menit		20 Menit	155,0°C	20 Menit	
25 Menit		25 Menit	159,5°C	25 Menit	

Pengukuran suhu pada sepeda motor pertama dilakukan pada interval waktu berjarak lima menit. Awal pengukuran dimulai pada saat kondisi sepeda motor dinyalakan dan seterusnya. Hasil pengukuran yang terdapat pada tabel 4.1 memperlihatkan adanya kenaikan suhu pada setiap interval waktu. Saat waktu berjalan lima menit, suhu sekitar 99,1°C dan pada waktu berikutnya filter mengalami kenaikan suhu. Hal ini terus meningkat sampai kurun waktu 25 menit sehingga Hingga

Pada pengukuran berikutnya yang menggunakan motor kedua dan motor ketiga menggunakan metode yang sama seperti perlakuan pada motor pertama. Berikut adalah tabel yang menyajikan data hasil dari pengukuran suhu.

Tabel 4.2 Data Suhu Sepeda Motor Filter Dua

Motor Pertama		Motor Dua		Motor Tiga	
Waktu	Suhu	Waktu	Suhu	Waktu	Suhu
5 Menit		5 Menit	108,0°C	5 Menit	
10 Menit		10 Menit	139,5°C	10 Menit	
15 Menit		15 Menit	153,5°C	15 Menit	
20 Menit		20 Menit	157,3°C	20 Menit	
25 Menit		25 Menit	162,0°C	25 Menit	

Pengukuran suhu dengan menggunakan filter dua didapatkan hasil yang tidak jauh berbeda dengan filter satu, maka hal ini hampir berpengaruh pada semua filter yang diletakan di daerah filter. Nilai yang terdapat pada lima menit pertama ialah 108°C, dan pada waktu menit 25 hasil akhirnya ialah 162°C

Tabel 4.3 Data Suhu Sepeda Motor Filter Tiga

Motor Pertama		Motor Dua		Motor Tiga	
Waktu	Suhu	Waktu	Suhu	Waktu	Suhu
5 Menit		5 Menit	107,5°C	5 Menit	
10 Menit		10 Menit	150,2°C	10 Menit	
15 Menit		15 Menit	168,3°C	15 Menit	
20 Menit		20 Menit	175,6°C	20 Menit	
25 Menit		25 Menit	180,6°C	25 Menit	

Tabel 4.4 Data Suhu Sepeda Motor Filter Empat

Motor Pertama		Motor Dua		Motor Tiga	
Waktu	Suhu	Waktu	Suhu	Waktu	Suhu
5 Menit		5 Menit	135,6°C	5 Menit	
10 Menit		10 Menit	137,3°C	10 Menit	
15 Menit		15 Menit	153,4°C	15 Menit	
20 Menit		20 Menit	159,9°C	20 Menit	
25 Menit		25 Menit	166,8°C	25 Menit	

Tabel 4.5 Data Suhu Sepeda Motor Tanpa Filter

Motor Pertama		Motor Dua		Motor Tiga	
Waktu	Suhu	Waktu	Suhu	Waktu	Suhu
5 Menit		5 Menit	101,0°C	5 Menit	
10 Menit		10 Menit	146,4°C	10 Menit	
15 Menit		15 Menit	152,8°C	15 Menit	
20 Menit		20 Menit	159,7°C	20 Menit	
25 Menit		25 Menit	160,9°C	25 Menit	

4. Pembahasan

Pada penelitian ini sistem temperatur adalah suatu sifat yang menentukan apakah sistem dalam kesetimbangan termal dengan sistem lainnya. Semua tipe dan jenis thermometer didasarkan atas gejala dimana suatu besaran fisis tertentu berubah apabila suhu berubah, yang biasanya besaran fisis semacam ini dinamai "*thermometric property*".

Partikel Udara

Pada Gambar.... Melukiskan adanya kandungan partikel udara dalam suatu wadah knalpot. Masing-masing dari partikel udara mempunyai massa = m dan kecepatan = v . Partikel udara yang bergerak kesana-kemari, bertumbukan dengan partikel lainnya dan bertumbukan pula dengan dinding wadahnya. Brandaikan tumbukan yang terjadi lenting sempurna, maka kelajuan partikel udara adalah tetap, akan tetapi hanya arahnya yang berubah.

Partikel udara memiliki massa dan bergerak dengan kecepatan tertentu, maka dari itu partikel udara mempunyai momentum sebesar $p = m v$ dan mempunyai energi kinetic sebesar $E_k = \frac{1}{2} m v^2$. Ketika jumlah total massa partikel udara dalam wadah adalah M dan rata-rata kecepatannya adalah v_{ave} , maka energi kinetic total partikel udara dalam wadah adalah $EK = \frac{1}{2} m v_{ave}^2$. Dikarenakan gerakan yang terjadi pada partikel udara dalam wadah, maka udara mempunyai temperature sebesar T . Harga temperature ini sebanding dengan energi kinetic total partikel udara dalam wadah, yaitu:

$$T = \frac{2}{3} EK - k = \frac{1}{3} Mv_{ave}^2 / k \quad \dots \quad (1)$$

Dengan k = konstante Boltzmann = $1,37 \times 10^{-16}$ erg/ atom K
 = $1,37 \times 10^{-16}$ erg / mole K = $1,36 \times 10^{-25}$ L atm / mole K.

Tumbukan

Berdasarkan dengan data yang sudah diambil, dalam peristiwa yang terjadi kali ini ialah peristiwa tumbukan, maka tumbukan yang terjadi pada penelitian ini terjadi pada antara partikel-partikel yang terdapat dalam wadah knalpot. Yang dimana tumbukan memiliki turunan $p = m v$ dan tumbukan = p mempunyai massa = m , dan kecepatan = v , dimana massa dan kecepatan harus sama dengan mula aturan dalam tumbukan. Dalam penelitian ini tumbukan antar partikel melewati masa-masa dimana antara semua partikel mengalami tumbukan yang dimana semakin panas dalam knalpot maka semakin banyak juga tumbukan antar partikel yang terjadi.

Tumbukan dalam fisika secara tepatnya diartikan sebagai sebuah interaksi antara dua benda dalam interval waktu yang singkat dan demikian kuatnya sehingga gaya-gaya lain yang bekerja tidak mempunyai arti dibandingkan dengan gaya-gaya dari masing-masing benda yang dipergunakan satu sama lainnya selama proses tumbukan terjadi. Sama halnya seperti partikel yang terjadi pada proses pemanasan yang dialami wadah knalpot sehingga partikel yang terdapat pada dalam knalpot mengalami interaksi singkat yang dimana semakin

panas nya suatu wadah maka akan semakin banyak pula tumbukan yang terjadi antar partikel secara acak.

Faktor internal yang mungkin mempengaruhi hasil pengukuran yang terjadi pada sistem pada knalpot ialah



DAFTAR PUSTAKA

- A. Zelenyuk, D. Imre, M. Earle, R. Easter, A. Korolev, R. Leitch, P. Liu, A.M. Macdonald, M. Ovchinnikov, W. Strapp. In situ characterization of cloud condensation nuclei, interstitial, and background particles using the single particle mass spectrometer, SPLAT II. *Analytical Chemistry*, 82 (2010), pp. 7943-7951
- Chong. 2002. Ultrafine particles. *Nihon Kessho Gakkaishi*, 31(2), 116-118.
- Everitt, C. (2007). *How To Repair Your Motorcycle*. Minneapolis: Motorbooks.
- E. Schmidt, E.R.G. Eckert, U. Grigull, Wärmetransport durch Flüssigkeiten in der Nähe ihres kritischen Zustandes, *Jahrbuch deutscher Luftfahrt-Forschung II* (1939) 53-58. E. Schmidt, E.R.G. Eckert, U. Grigull, Heat Transfer by Liquids Near the Critical State. Trans. No. F-TS-527-RE7 Air Material Command, Wright-Patterson AFB, Ohio, Apr. 26, 1946
- F. Mayinger, M. Scheidt, Heat transfer in the supercritical region with vertical upflow, *Wärme- und Stoffübertragung* 18 (1984) 207-214.
- Gladnesia, Via. 2017. Pengaruh Variasi Bahan dari Filter Berbasis Radiasi Pada Knalpot Sepeda Motor Untuk Mengurangi Konsentrasi $PM_{2,5}$.
- J. Anderson, J. Thundiyil, A. Stolbach. Clearing the air: a review of the effects of particulate matter air pollution on human health. *J. Med. Toxicol.*, 8 (2012), pp. 166-175
- K. Yamagata, K. Nishikawa, S. Hasegawa, T. Fujii, Forced convective heat transfer in the critical region, in: Presented at the Japan Society of Mechanical Engineers 1967 Semi-International Symposium, Tokyo, Japan, Sept, 1967. K. Yamagata, K. Nishikawa, S. Hasegawa, T. Fujii, S. Yoshida, Forced convective heat transfer to supercritical water flowing in tubes, *Int. J. Heat Mass Transf.* 15 (1972) 2575-2593.
- Mariana M. Analisis paparan partikulat terespirasi serta pengaruhnya terhadap kesehatan masyarakat di sekitar industri aki bekas non formal [master's thesis]. Institut teknologi Bandung, 2012
- Mckenzie, James F., Robert R. Pinger, and Jerome E. Kotecki. *Kesehatan Masyarakat (Suatu Pengantar)*. Translated by Indah S. Hippy, Iin Nurlinawaty Atik Utami. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC, 2007
- Mukono. *Pencemaran Udara dan Pengaruhnya Terhadap Gangguan Kesehatan*. Surabaya: Airlangga University Press, 2008.
- M.E. Shitsman, Impairment of the heat transmission at supercritical pressures, *High Temperature* 1 (1963) 237-244
- P. Pant, R.M. Harrison. Estimation of the contribution of road traffic emissions to particulate matter concentrations from field measurements: a review. *Atmos. Environ.*, 77 (2013), pp. 78-97
- R.C. Hendricks, R.J. Simoneu, R.V. Smith, Survey of heat transfer to near-critical fluids, Lewis Research Center, Cleveland, Ohio 44135, NASA Technical note TN D-5886, NASA, Washington D.C., USA, 1970.
- Syahrani, A. 2006. Analisa kinerja mesin bensin berdasarkan hasil uji emisi. *Analisa Kinerja Mesin Bensin Berdasarkan Hasil Uji Emisi*.
- TSI. *Operation and Service Manual*. Shoreview. 2013
- U. Dusek, G.P. Frank, L. Hildebrandt, J. Curtius, J. Schneider, S. Walter, D. Chand, F. Drewnick, S. Hings, D. Jung, S. Borrmann, M.O. Andreae. Size matters more than chemistry for cloud-nucleating ability of aerosol particles. *Science*, 312 (2006), pp. 1375-1378
- William C. Hinds. *Book Aerosol Technology Hinds (Aerosol Technology)*. English. 1982.
- Yeung et al. 2015. Jian Sheng Yeung, Yiik Diew Wong, Julius Raditya Secadiningrat. Lane-harmonised passenger car equivalents for heterogeneous expressway traffic. *Transp. Res. Part A: Policy Pract.*, 78 (August) (2015), pp. 361-370,
- Y.Y. Hsu, Discussion of an investigation of heat transfer of fluids flowing in pipes under supercritical conditions, *Int. Dev. Heat Transf. ASME* (1961) D-188-D-189. Cited from Ref. S