

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, ada beberapa penelitian yang berkaitan dengan penelitian yang penulis lakukan.

Penelitian pertama yang dilakukan oleh Januar Arif Fatkhurrahman dan Ikha Rasti Juliasari (2014) dengan judul penelitian “*Venturi Packed Scrubber* Sebagai Pengendali Cemaran Partikulat Pada Industri Pengecoran Logam Tungku Induksi”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat efektifitas penurunan parameter partikulat inhalabel dan partikulat respirabel selama proses pengecoran berlangsung. *Scrubber* yang digunakan pada penelitian ini dengan model *Ventury Packed Srubber*. *scrubber* menggunakan venturi, untuk mengabsorpsi gas – gas emisi yang terbentuk dan mengeliminasi sebagian partikulat. karakteristik dimensi mempunyai pengecilan diameter lalu pembesaran kembali. Bagian yang memiliki diameter terkecil disebut *venturi throat*, dengan adanya throat aliran gas akan mengalami proses throating, sehingga akan terjadi tumpukan partikel pada bagian tersebut.. Aliran air yang mengalir melalui throat.

Hasil penelitian penurunan konsentrasi partikulat sebagai parameter pencemar dapat dilihat pada saat kondisi pengecoran sebelum dan sesudah alat venturi *packed scrubber* beroperasi, dengan untuk parameter partikulat inhalabel mengalami penurunan rata – rata sebesar 0,5745 mg/Nm³, sedangkan Parameter partikulat respirabel mengalami penurunan rata – rata sebesar 0,2357 mg/Nm³. Selain itu efisiensi pengikatan peralatan venturi-packed scrubber untuk parameter partikulat inhalabel dan partikulat respirabel secara berturut – turut adalah sebesar 57,26% dan 61,73%.

Peneliti kedua yang dilakukan oleh Aswati Mindaryati dan Edia Rahayu Ningsih (2004) dengan judul “ Perancangan Penangkap Debu (*Wet Scrubber*) Untuk Penanganan Lanjut Debu Terbang Pabrik Briket Batu Bara “Aneka Sinendo” Ploso, Banguncipto, Sentolo, Kulonprogo, Daerah Istimewa

Yogyakarta”. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan memasang alat wet scrubber untuk menangkap debu dan tar tanpa terjadi penyumbatan, *Scrubber* ini berbentuk vertical yang memiliki pengecilan di bagian bawah scrubber yang berfungsi sebagai saluran pembuangan air dan debu.

Hasil perancangan didapatkan kecepatan survisial alat sekitar 10ft/sec 3,048 m/sec, Kecepatan pemasukan (inlet) pada wet scrubber berkisar 150-250 ft/sec dan area pipa pemasukan (inlet), kecepatan udara dalam pipa diambil 45m/sec, serta pompa yang digunakan yang memiliki daya isap 50m, daya dorong 50m, total head 100m, kapasitas maksimum 100l/min karena ketinggian *wet scrubber* dari pompa setinggi 15m.

Beberapa peneliti diatas memiliki persamaan penelitian dengan yang dilakukan oleh penulis mengenai tema yaitu sama-sama bertujuan untuk mengurangi kadar polutan di masing-masing tempat peneliti dan penulis lakukan. Perbedaan penelitian yaitu tempat penelitian, penelitian yang dilakukan penulis lebih terfokus pada bengkel forging Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya. Selain itu terdapat variasi yang penulis lakukan yaitu dengan metode sirkulasi air dan penambahan filter pada ruang cuci gas emisi.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Peraturan Perundangan

Upaya pengendalian pencemaran lingkungan khususnya udara saat ini masih bersifat sektoral, baik legislatif maupun institusinya . Peraturan perundangan dalam kaitannya dengan upaya penanggulangan pencemaran yang bersifat nasional adalah undang – undang no. 4 tahun 1982 tentang Ketentuan Pokok Pengelolaan lingkungan Hidup.

Beberapa peraturan tentang upaya pengendalian pencemaran misalnya yang diterapkan untuk : Sektor industri, Sektor pertambangan, Sektor transportasi, Teknologi pengendalian pencemaran Upaya teknologi pengendalian pencemaran udara dapat dilakukan melalui: Pengendalian pada sumbernya, meliputi

pengendalian pencemaran debu/ partikel, gas, dan buangan kendaraan bermotor. Pengendalian lingkungan, usaha pengendalian pencemaran perlu dilengkapi dengan usaha teknik pengendalian agar sesuai dengan fungsinya.

2.2.2 Baku Mutu Kualitas Udara

Tahun 1971 US EPA menetapkan standar pertama untuk materi partikulat dalam *National Ambient Air Quality Standard* (NAAQS) dalam bentuk *Total Suspended Particulate* (TSP). Tahun 1987 standar tersebut diganti dengan PM₁₀ mengingat sifat aerodinamiknya, yaitu sebesar 50 µg/m³ untuk rata-rata tahunan dan sebesar 150 µg/m³ untuk rata-rata 24 jam. Tahun 1997, setelah banyak penelitian mengenai sifat aerodinamik PM_{2,5} yang berkaitan erat dengan angka mortalitas dan morbiditas, maka ditetapkan standar untuk PM_{2,5} adalah sebesar 15 µg/m³ untuk rata-rata tahunan, dan 65 µg/m³ untuk rata-rata 24 jam (Fierro (2000), PPRI No 41 Tahun 1999).

OSHA (*The Occupational Safety and Health Administration*) menetapkan baku mutu yang berlaku di lingkungan kerja. Batas aman untuk total partikulat yang bersifat umum (tidak diidentifikasi khusus) selama 8 jam TWA (*Time Weighed Average*) PEL (*Permissible Exposure Limit*) adalah 15 mg/m³ dan 5 mg/m³ untuk ukuran yang terespirasi. Partikulat dengan ketetapan khusus (terdapat keterangan toksikologis) ditetapkan TWA PEL sebesar 10 mg/m³ untuk total partikulat, dan 5 mg/m³ untuk ukuran terespirasi (OSHA, 1989). Indonesia telah mengatur baku mutu konsentrasi pencemar di udara ambien berdasarkan Peraturan Pemerintah No 41 Tahun 1999.

Tabel 2.1 Standar Baku Udara Bersih

No.	Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu
1	SO ₂	1 Jam	900 µg/m ³
	(Sulfur Dioksida)	24 Jam	365 µg/m ³
		1 Thn	60 µg/m ³
2	CO	1 Jam	30.000 µg/m ³
	(Karbon Monoksida)	24 Jam	10.000 µg/m ³
		1 Thn	-
3	NO ₂	1 Jam	400 µg/m ³
	(Nitrogen Dioksida)	24 Jam	150 µg/m ³
		1 Thn	100 µg/m ³
4	O ₃ (Oksidan)	1 Jam	235 µg/m ³
		1 Thn	50 µg/m ³
5	HC (Hidrokarbon)	3 Jam	160 µg/m ³
6	PM ₁₀ (Partikel < 10 um)	24 Jam	150 µg/m ³
	PM _{2,5} ((Partikel < 2,5 um)	24 Jam	65 µg/m ³
		1 Thn	15 µg/m ³
7	TSP (Debu)	24 Jam	230 µg/m ³
		1 Thn	90 µg/m ³
8	Pb (Timah Hitam)	24 Jam	2 µg/m ³
		1 Thn	1 µg/m ³
9.	Dustfall (Debu Jatuh)	30 hari	10 Ton/km ² /Bulan (Pemukiman)
			20 Ton/km ² /Bulan (Industri)

10	Total Fluorides (F)	24 Jam	3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
		90 hari	0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
11.	Fluor Indeks	30 hari	40 $\mu\text{g}/100 \text{ cm}^2$ dari kertas limed filter
12.	Khlorine & Khlorine Dioksida	24 Jam	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
13.	Sulphat Indeks	30 hari	1 mg $\text{SO}_3/100 \text{ cm}^3$ Dari Lead Peroksida

(sumber : digilib.itb.ac.id)

2.2.3 Parameter Udara Bersih

a. Sulfur dioksida

Pencemaran oleh sulfur oksida terutama disebabkan oleh dua komponen sulfur bentuk gas yang tidak berwarna, yaitu sulfur dioksida (SO_2) dan Sulfur trioksida (SO_3), dan keduanya disebut sulfur oksida (SO_x). Sulfur dioksida mempunyai karakteristik bau yang tajam dan tidak mudah terbakar di udara, sedangkan sulfur trioksida merupakan komponen yang tidak reaktif.

Pembakaran bahan-bahan yang mengandung Sulfur akan menghasilkan kedua bentuk sulfur oksida, tetapi jumlah relatif masing-masing tidak dipengaruhi oleh jumlah oksigen yang tersedia. Di udara SO_2 selalu terbentuk dalam jumlah besar. Jumlah SO_3 yang terbentuk bervariasi dari 1 sampai 10% dari total SO_x .

b. Karbon monoksida

Karbon dan Oksigen dapat bergabung membentuk senyawa karbon monoksida (CO) sebagai hasil pembakaran yang tidak sempurna. Karbon monoksida merupakan senyawa yang tidak berbau, tidak berasa dan pada suhu

udara normal berbentuk gas yang tidak berwarna. Senyawa CO mempunyai potensi bersifat racun yang berbahaya karena mampu membentuk ikatan yang kuat dengan pigmen darah yaitu haemoglobin. Ikatan ini 200 kali lebih kuat dibandingkan dengan ikatan antara oksigen dan haemoglobin.

c. Nitrogen Dioksida

Oksida Nitrogen (NO_x) adalah kelompok gas nitrogen yang terdapat di atmosfer yang terdiri dari nitrogen monoksida (NO) dan nitrogen dioksida (NO_2). Walaupun ada bentuk oksida nitrogen lainnya, tetapi kedua gas tersebut yang paling banyak diketahui sebagai bahan pencemar udara. Nitrogen monoksida merupakan gas yang tidak berwarna dan tidak berbau sebaliknya nitrogen dioksida berwarna coklat kemerahan dan berbau tajam.

Nitrogen monoksida terdapat di udara dalam jumlah lebih besar daripada NO_2 . Pembentukan NO dan NO_2 merupakan reaksi antara nitrogen dan oksigen di udara sehingga membentuk NO, yang bereaksi lebih lanjut dengan lebih banyak oksigen membentuk NO_2 .

d. Oksidan

Oksidan merupakan senyawa di udara selain oksigen yang memiliki sifat sebagai pengoksidasi, salah satunya adalah ozon. Ozon merupakan salah satu zat pengoksidasi yang sangat kuat setelah fluor, oksigen dan oksigen fluorida (OF_2). Meskipun di alam terdapat dalam jumlah kecil tetapi Ozon sangat berguna untuk melindungi bumi dari radiasi ultraviolet (UV-B).

e. Hidrokarbon

Struktur Hidrokarbon (HC) terdiri dari elemen hidrogen dan karbon dan sifat fisik HC dipengaruhi oleh jumlah atom karbon yang menyusun molekul HC. HC adalah bahan pencemar udara yang dapat berbentuk gas, cairan maupun padatan. Semakin tinggi jumlah atom karbon, unsur ini akan cenderung berbentuk padatan. Hidrokarbon dengan kandungan unsur C antara 1-4 atom karbon akan

berbentuk gas pada suhu kamar, sedangkan kandungan karbon diatas 5 akan berbentuk

HC yang berupa gas akan tercampur dengan gas-gas hasil buangan lainnya. Sedangkan bila berupa cair maka HC akan membentuk semacam kabut minyak, bila berbentuk padatan akan membentuk asap yang pekat dan akhirnya menggumpal menjadi debu. Berdasarkan struktur molekulnya, hidrokarbon dapat dibedakan dalam 3 kelompok yaitu hidrokarbon alifalik, hidrokarbon aromatik dan hidrokarbon alisiklis. Molekul hidrokarbon alifalik tidak mengandung cincin atom karbon dan semua atom karbon tersusun dalam bentuk rantai lurus atau bercabang.

f. Khlorin

Senyawa khlorine yang mengandung khlor yang dapat mereduksi atau mengkonversi zat inert atau zat kurang aktif dalam air, yang termasuk senyawa khlorin adalah asam hipokhlorit (HOCL) dan garam hipokhlorit (OCL). Gas Khlorin (Cl₂) adalah gas berwarna hijau dengan bau sangat menyengat. Berat jenis gas khlorin 2,47 kali berat udara dan 20 kali berat gas hidrogen khlorida yang toksik. Gas khlorin sangat terkenal sebagai gas beracun yang digunakan pada perang dunia ke-1. Khlorin merupakan bahan kimia penting dalam industri yang digunakan untuk khlorinasi pada proses produksi yang menghasilkan produk organik sintetik, seperti plastik (khususnya polivinil khlorida), insektisida (DDT, Lindan, dan aldrin) dan herbisida (2,4 dikhloropenoksi asetat) selain itu juga digunakan sebagai pemutih (bleaching agent) dalam pemrosesan sellulosa, industri kertas, pabrik pencucian (tekstill) dan desinfektan untuk air minum dan kolam renang.

Terbentuknya gas khlorin di udara ambien merupakan efek samping dari proses pemutihan (bleaching) dan produksi zat/ senyawa organik yang mengandung khlor. Karena banyaknya penggunaan senyawa khlor di lapangan atau dalam industri dalam dosis berlebihan seringkali terjadi pelepasan gas khlorin

akibat penggunaan yang kurang efektif. Hal ini dapat menyebabkan terdapatnya gas pencemar klorin dalam kadar tinggi di udara ambien.

g. Partikel Debu

Partikulat debu melayang (Suspended Particulate Matter/SPM) merupakan campuran yang sangat rumit dari berbagai senyawa organik dan anorganik yang tersebar di udara dengan diameter maksimal 100 mikron. Partikulat debu tersebut akan berada di udara dalam waktu yang relatif lama dalam keadaan melayang-layang di udara dan masuk kedalam tubuh manusia melalui saluran pernafasan. Selain dapat berpengaruh negatif terhadap kesehatan, partikel debu juga dapat mengganggu daya tembus pandang mata dan juga mengadakan berbagai reaksi kimia di udara. Partikel debu SPM pada umumnya mengandung berbagai senyawa kimia yang berbeda, dengan berbagai ukuran dan bentuk yang berbeda pula, tergantung dari mana sumber emisinya.

h. Timah Hitam

Timah hitam (Pb) merupakan logam lunak yang berwarna kebiru-biruan atau abu-abu keperakan dengan titik leleh pada 327,5°C dan titik didih 1.740°C pada tekanan atmosfer. Senyawa Pb-organik seperti Pb-tetraetil dan Pb-tetrametil merupakan senyawa yang penting karena banyak digunakan sebagai zat aditif pada bahan bakar bensin dalam upaya meningkatkan angka oktan secara ekonomi. Pb-tetraetil dan Pb tetrametil berbentuk larutan dengan titik didih masing-masing 110°C dan 200°C.

2.2.4 Macam-macam Dan Kegunaan scrubber

Di dalam industri banyak di jumpai scrubber dengan berbagai macam metode. Yang umum ialah *scrubber* yang mampu menghasilkan partikel dengan ukuran 5 μ , berikut jenis *scrubber* yang umum di jumpai;

a. Chamber scrubber

Scrubber jenis ini memiliki pencuci udara yang konvensional dimana gas akan di alirkan sampai ke tempat penyemprotan dengan arah aliran yang sejalan

atau berlawanan. Satu set eliminator yang dipasang zig zag diletakkan pada saluran keluar, serta pelat-pelat dipasang dalam ruang penyemprot.

Proses pendingin gas terjadi saat gas melalui tangki silinder dengan penyemprot pada bagian atas. Beberapa tangki atau menara juga memiliki sekat pada sisi yang berlawanan yang juga berfungsi sebagai alat penyemprot. Pada proses untuk memisahkan produk cair dan gas, pada saluran keluarnya terdapat alat pembalik gas (gas reversal) dan juga suatu chamber (ruangan) khusus pada saluran outlet. Biasanya bahan bakunya dari logam besi atau baja dengan ukuran 3 – 72 inch. Kapasitas untuk inlet 50.000 cu ft/min. Ada juga tipe lain dimana gas akan dilewatkan melalui kamar khusus penyemprot yang terdiri atas lorong venturi dengan lobang penyemprot dengan konsumsi air 15 gal/min tiap 10 hp.

b. Venturi Scrubber

Satu pengembangan terbaru dalam bidang gosokan gas adalah *venturi scrubber*, yang mana telah ditemukan bermanfaat untuk koleksi asam belerang berkabut. Metode pemisahan venturi didasarkan atas kecepatan gas yang tinggi pada bagian yang disempitkan dan kemudian gas akan bersentuhan dengan butir air yang dimasukkan didaerah sempit tersebut.

Alat ini dapat memisahkan partikel hingga ukuran 0,1 mikron dan gas yang larut di dalam air. *Venturi scrubber* menggunakan tekanan rendah (sekitar 5 lb/sq. In) pada lorong venturi dengan kecepatan 200 – 300 ft/sec. Air, produk, dan gas buang dikumpulkan dalam mesin pemisah (separator) dengan metode siklon yang ada pada bagian lorong venturi itu. Pressure dropnya sebesar 15 inch. Wtr dengan konsumsi air sebesar 3 gal/mnt tiap power 10 hp.

c. Cyclone Scrubber

Cyclone scrubber terdapat pada beberapa tipe scrubber yang menggunakan metode siklon. Ada yang di dalam lubang vertical bagian tengahnya terdapat bermacam – macam alat penyemprot cairan. Namun, ada juga terdapat pemisahan cairan yang dilakukan melalui proses disintegrator (penghancur) dengan mengalirkan gas melalui saluran tertentu. Beberapa unit *cyclone scrubber*

biasanya telah memiliki bagian disintegrator di dalamnya. Kecepatan gas dalam tower (menara) antara 4 – 8 ft/sec dan dengan pressure drop sebesar 2 – 8 inch. Wtr dengan sirkulasi air sebesar 3 – 10 gal/min tiap 10 hp dari keseluruhan gas yang digunakan.

Fungsi dari cyclone scrubber sangat efektif untuk menetralsir gas – gas beracun seperti belerang, chlor, dsb. Ada juga yang mempunyai suhu di atas 180°F sehingga fungsinya juga sebagai pendingin dari gas buang industri kimia. Rentang ukuran debu yang dapat dipisahkan ialah antara 3 – 5 mikron.

d. Packed Scrubber

Merupakan jenis scrubber dengan menara yang terbuat dari keramik, namun kurang efektif untuk partikel berukuran 5 μ diameter kecuali jika flokulasi debu terjadi karena pengembunan (kondensasi). Yang diharapkan pada metode ini ialah dengan menjaga debu tetap pada ukurannya serta mencegah debu naik kembali. Kelemahan yang ada disini yaitu kemungkinan terjadi penyumbatan saluran akibat debu.

