

Studi Kemampuan *Spray Tower* untuk Penyisihan Polutan Gas Sulfur Dioksida dari Pembakaran Bahan Bakar Industri

Martheana Kencanawati

Program Studi Teknik Sipil bidang Rekayasa Sumber Daya Air, Universitas Balikpapan

✉ martheana@uniba-bpn.ac.id

Sebagian sumber pencemaran sulfur dioksida adalah dari aktivitas manusia seperti gas buangan pabrik maupun kendaraan bermotor. Oleh karena itu, pencegahannya dapat dilakukan oleh manusia sendiri dengan berbagai usaha. Paper ini membahas mengenai upaya pencegahan polusi dari sulfur dioksida dengan menggunakan *wet scrubber*. *Wet scrubber* didesain dengan menggunakan *mist eliminator* tanpa media dan menggunakan air. Variabel dalam penelitian ini adalah debit air, ketinggian *sprayer* dan susun vertikal *sprayer*. Gas SO_2 dianalisis dengan menggunakan metode konduktivimetri manual. Pengukuran dengan metode ini dapat diaplikasikan pada SO_2 yang memiliki range ≥ 0.05 ppm. Hasil yang diperoleh dari penelitian adalah persentase penyisihan SO_2 untuk satu tingkat *sprayer* dengan debit terbesar 0,14 Liter/s adalah 74.15%. Satu tingkat *sprayer* menggunakan ketinggian kolom pada *sprayer* berjarak 110 cm. Sedangkan untuk dua tingkat *sprayer* dengan ketinggian kolom 110 cm dan 41 cm menghasilkan penyisihan SO_2 sebesar 97.74%

Kata kunci: sulfur dioksida, *spray tower*, absorpsi, conductivitymetri

Diajukan: 3 Juli 2019

Direvisi: 10 Juli 2019

Diterima: 16 Juli 2019

Dipublikasikan online: 20 Juli 2019

Pendahuluan

Sulfur dioksida adalah polutan yang dihasilkan dari fasilitas pembangkit panas dan tenaga listrik yang mempergunakan minyak atau batubara yang mengandung sulfur dan emisi pembuangan dari pabrik belerang. Sulfur dioksida juga dapat dihasilkan dari berbagai macam sumber emisi seperti transportasi, pembakaran bahan bakar, proses industri, aktivitas transportasi, pembuangan sampah yang berasal dari proses dekomposisi (de Navers, 2000). Sulfur dioksida di udara tidak hanya berbahaya bagi manusia akan tetapi juga dapat diserap oleh tanaman melalui stomata (WHO, 2000).

Emisi SO_2 dari pembakaran bahan bakar bergantung pada kandungan sulfur bahan bakar dan komposisi bahan bakar tersebut (seperti kandungan sulfur, nilai kalor dan konsentrasi alkali). Konversi sulfur pada bahan bakar proporsional dengan konsentrasi alkali pada senyawa bahan bakar. Kandungan sulfur dioksida memiliki efek terbesar pada konversi sulfur karena adanya kandungan Natrium pada penyisihan SO_x dengan *absorber* (Hamlin, 1993).

Salah satu cara untuk mereduksi emisi gas SO_2 adalah dengan memanfaatkan pengolahan dengan proses absorpsi. Sistem ini telah terbukti bekerja secara kontinyu dan secara nyata menjaga level emisi yang diperbolehkan yaitu di bawah *New Source Performance Standard* (NSPS) sebesar 1.0 lb/1000 lbs

bahan yang terbakar untuk partikulat dan level EPA sebesar 25 ppm untuk SO_2 (Weaver dkk, 2003).

Penelitian ini diharapkan untuk mencapai pembuktian tentang bagaimana efektivitas *spray tower* dalam penyerapan gas SO_2 dengan menggunakan air sebagai media penyerap. Air yang digunakan adalah air ledeng PDAM kualitas C yang ditinjau dari sudut kualitas akan cukup menyulitkan dalam penggunaannya di industri-industri seperti industri gula, cane, tembakau yang membutuhkan kuantitas air dalam jumlah yang besar dan mempertimbangkan faktor kualitas air. Kualitas air yang dimaksud yaitu warna, kekeruhan, bau, dan bahan organik yang tinggi. Di sisi lain kandungan organik yang tinggi ini akan mempermudah proses pengikatan ion-ion antara alkali tanah (natrium atau sodium) dengan suatu senyawa bersifat asam.

Metode

Penelitian ini dititik beratkan pada kemampuan air untuk menyerap gas SO_2 dengan menggunakan sistem *spray tower*. Penelitian dilakukan untuk mengetahui efisiensi penyisihan gas SO_2 menggunakan alat *spray tower* dengan memvariasikan debit air, tingkatan *spray nozzle* yang digunakan dan pengaruh ketinggian penempatan *nozzle* yang akan dilewatkan pada *spray tower*. Korelasi antara persen penyisihan SO_2 dengan debit air dan juga dengan ketinggian *sprayer*.

Cara mensitasi artikel ini:

Kencanawati, M (2019) Studi Kemampuan *Spray Tower* untuk Penyisihan Polutan Gas Sulfur Dioksida dari Pembakaran Bahan Bakar Industri. *Buletin Profesi Insinyur* 2(1) 016-019

Gas SO_2 dalam skala laboratorium didesain dengan model pembakaran. Parameter operasional penyisihan gas SO_2 menggunakan alat *spray tower* adalah tekanan, temperatur air dan udara, viskositas udara, komposisi kimia gas buang, laju alir, target efisiensi penyisihan, dan perubahan pH pada *liquor outlet*. Konsentrasi gas SO_2 sebelum dan sesudah melewati *spray tower* diukur dengan menggunakan *impinger*. Sistem berlangsung secara kontinu dengan pengaturan pembakaran yang konstan dan aliran udara yang masuk ke dalam *spray tower* juga konstan. Pelaksanaan penelitian diawali dengan penelitian pendahuluan untuk mengetahui debit udara yang masuk dengan menggunakan prinsip *pitot tube* yaitu untuk mengetahui perbedaan tekanan udara yang mengalir dalam pipa. Skema penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

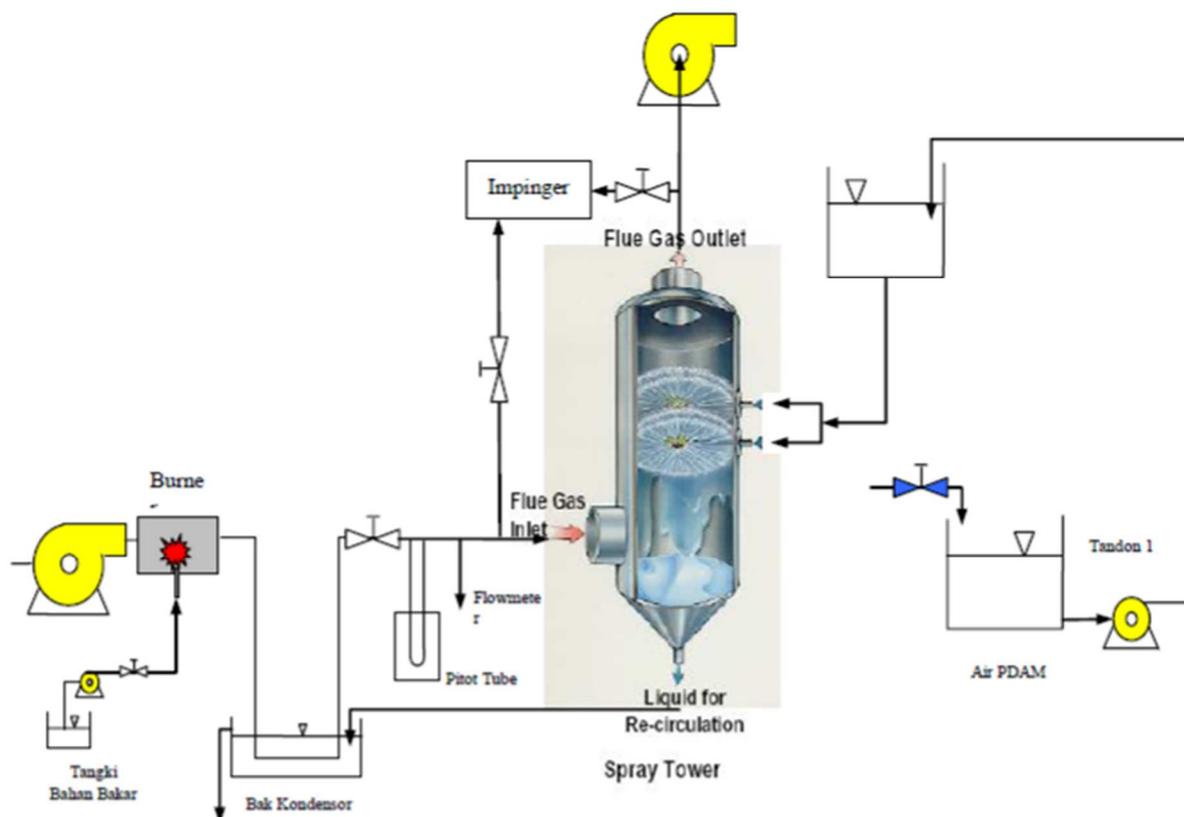
Metode Sampling

Sampling gas dilakukan dengan menggunakan *impinger*. *Inlet* gas kotor dan *outlet* dari *spray tower* dihubungkan pada *impinger*. Prosedur analisa SO_2 dilakukan dengan metode manual conductivimetri (Booras dan Zimmer, 1968). Metode ini digunakan karena yang paling sering di gunakan dan pada umumnya dapat menghasilkan hasil analisa yang lebih akurat dengan presisi 0.05 ppm range SO_2 . Sampling dilakukan selama satu minggu dan dilakukan dengan periode pengambilan sampel 10 kali sampling dalam 1 hari.

Hasil Kerja

Kemampuan *spray tower* untuk menyisihkan gas SO_2 sangat dipengaruhi debit air, ketinggian *sprayer* dan juga tingkatan *sprayer*. Hal ini juga berhubungan dengan rasio liquid/gas (L/G) yang nantinya dikorelasikan dengan persentase penyisihan efisiensi SO_2 . Kemampuan *spray tower* ini dapat ditinjau dari waktu kontak, luas permukaan kontak, suhu, pH dari air absorbant sehingga kapasitas penyerapan SO_2 dapat di nyatakan dalam suatu persamaan antara kinerja dengan faktor yang mendukung.

Pengukuran dengan *manual conductivitymetri method* dipilih karena dapat diaplikasikan pada sulfur dioksida yang memiliki range ≥ 0.05 ppm. Daya hantar listrik pada suatu larutan bergantung pada keadaan dan konsentrasi ion yang hadir pada larutan. Ketika suatu tegangan listrik (voltage) melalui elektroda di celupkan ke dalam larutan, ion yang terlarut melalui elektroda yaitu kation (ion positif) akan bermigrasi ke ion negatif (anoda), dan demikian sebaliknya. Perpindahan antar ion ini dalam larutan akan menimbulkan arus listrik. Arus listrik akan lebih besar pada larutan pekat karena banyak ion pembawa terdapat larutan tersebut. Arus listrik akan bergerak sesuai muatan kapasitas ion. Ion hidrogen dapat bergerak lebih cepat dibandingkan ion lain pada larutan aqua.



Gambar 1 Skema penelitian

Pengaruh Debit Air Dan Ketinggian *Sprayer* Pada % Penyisihan

Ketinggian *sprayer* berpengaruh pada kontak intim antara gas kotor dengan air yang dilewatkan pada nozzle di dalam spray tower. Sehingga letak *sprayer* yang semakin tinggi akan mengakibatkan waktu kontak antara gas dengan air semakin lama sehingga konsentrasi SO_2 yang terserap dan persentase penyisihan SO_2 juga semakin meningkat. Karena *spray tower* berlangsung secara *countercurrent* maka fasa gas yang mengalir naik dan akan bertumbukan dengan liquid yang berasal dari butiran air yang dihasilkan *nozzle*. *Nozzle* didesain agar cairan dari tetesan kecil dalam jumlah cukup besar dengan laju aliran cairan tertentu akan memberikan luas kontak antar fasa yang lebih besar (area inilah tempat berlangsungnya proses transfer massa). Resistansi terhadap transfer di dalam fasa gas akan mengalami pengurangan karena adanya butiran air yang jatuh.

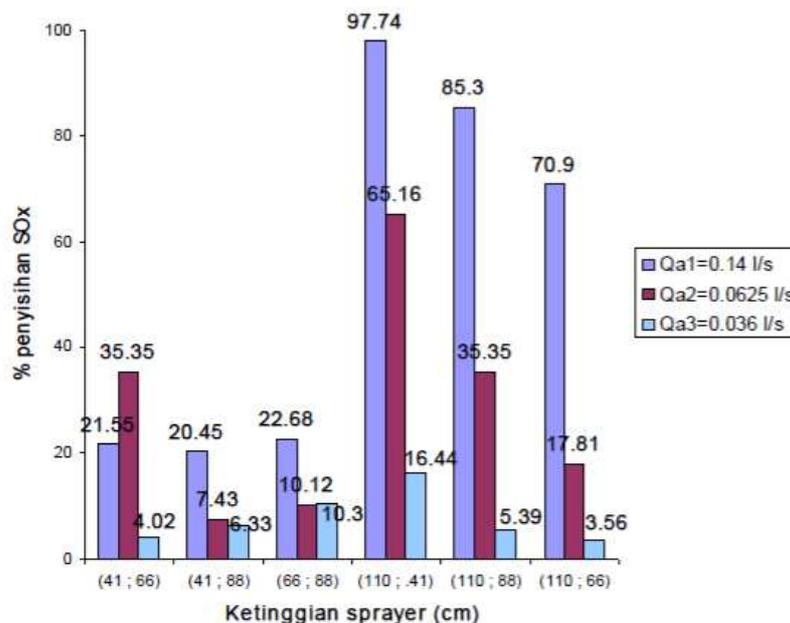
Pengaruh Debit Air dengan Ketinggian *Sprayer* untuk 2 Tingkat *Sprayer* dan Hubungannya dengan Efisiensi

Untuk 2 tingkat *sprayer*, besar debit air berkorelasi dengan tingkatan *sprayer* dan ketinggian *sprayer* juga berpengaruh pada persentase penyisihan SO_2 yang tinggi. Hal ini di pengaruhi waktu kontak dan luas bidang kontak dalam spray tower. Terlihat bahwa dengan ketinggian *sprayer* 110 cm dan 41 cm di peroleh persentase penyisihan 97.74% dengan debit yang paling cepat yaitu 0.14 liter/detik. Hal ini di sebabkan karena setelah berkontak dengan *sprayer* pertama 0.41m kontaminan gas masih mengalami proses tumbukan atau berkontak dengan droplet. Persentase penyisihan SO_2 di pengaruhi

besarnya debit. Debit air yang paling cepat (0.14 liter/detik) maka persentase penyisihan SO_2 yang di peroleh adalah 97.74 %. Ketinggian *sprayer* pada 110 cm dan 41 cm menunjukkan persentase penyisihan mencapai 97.74% ini menunjukkan bahwa ada korelasi yang erat antara debit air dan ketinggian *sprayer* terhadap efisiensi *spray tower*. Detail tentang data conductivity dapat dilihat pada Tabel 1. Sedangkan hubungan antara debit *absorben* 0,14 liter/dtk, 0,625 liter/detik dan 0,036 liter/detik untuk *double sprayer* dengan ketinggian berbeda terlihat pada Gambar 2.

Tabel 1 Data conductivity sampel dan kuantitas SO_2 dan persen penyisihan data awal untuk satu tingkat *sprayer*

| Variabel | DHL sampel inlet | DHL sampel inlet | SO inlet | SO outlet | % Penyisihan |
|----------|------------------|------------------|----------|-----------|--------------|
| Q1H1 | 64.2 | 54.4 | 35.73 | 29.75 | 74.15 |
| Q1H2 | 63.4 | 55.2 | 35.25 | 30.24 | 61.77 |
| Q1H3 | 63.8 | 56.1 | 35.49 | 30.79 | 58.01 |
| Q1H4 | 66.3 | 64.2 | 37.01 | 35.73 | 3.46 |
| Q2H1 | 19.8 | 9.3 | 8.64 | 2.23 | 16.73 |
| Q2H2 | 19.4 | 10.9 | 8.40 | 3.21 | 14.20 |
| Q2H3 | 16.5 | 10.2 | 6.63 | 2.78 | 13.24 |
| Q2H4 | 66.5 | 64.2 | 37.14 | 35.73 | 3.78 |
| Q3H1 | 19.8 | 17.2 | 8.64 | 7.05 | 18.36 |
| Q3H2 | 19.4 | 18.1 | 8.40 | 7.73 | 7.99 |
| Q3H3 | 60.2 | 56.1 | 33.29 | 30.79 | 7.51 |
| Q3H4 | 13.5 | 13.1 | 4.80 | 4.55 | 5.09 |



Gambar 2 Hubungan antara debit *absorben* 0,14 liter/detik, 0,625 liter/detik dan 0,036 liter/detik untuk *double sprayer* dengan ketinggian berbeda

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini adalah:

1. Debit *absorber* terbesar yaitu 0,014 liter/detik akan menghasilkan kemampuan penyerapan SO_2 yang paling besar.
2. Ketinggian dan tingkatan *sprayer* berpengaruh pada efisiensi, dua tingkat *sprayer* menghasilkan efisiensi yang lebih besar daripada satu tingkatan *sprayer*. Semakin tinggi jatuhnya berarti waktu kontak dan efisiensi meningkat.
3. *Single sprayer* menghasilkan penyisihan SO_2 sebesar 74.15% untuk debit 0,14 liter/detik dengan ketinggian *sprayer* 110 cm.
4. *Double sprayer* menghasilkan penyisihan SO_2 sebesar 97.74% untuk debit 0,14 liter/detik dengan ketinggian *sprayer* 110 cm; 41 cm.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Dr. Ir. Agus Slamet, M.Sc dan Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, M.T.,

Juli Santoso, S.T., Ketua Jurusan Teknik Lingkungan ITS, dan Kepala Laboratorium Jurusan Teknik Lingkungan ITS atas dukungannya dalam melakukan penelitian ini.

Referensi

- Booras, S.G., Zimmer, C. E (1968) A Comparison of Conductivity And West-Gaeke Analyses For Sulfur Dioxide, *Journal of the Air Pollution Control Association*, 18:9, 612-615
DOI: 10.1080/00022470.1968.10469177
- de Navers, N (2000) *Air Pollution Control Engineering*, International Edition, Mc Graw Hill, Singapura
- Hamlin, M (1993)., *Emission Factor Documentation for AP-42 Section 1.7, Lignite Combustion*, Research Triangle Park, New York
- Weaver E.H, Barrasso M.J dan Jarvis J.B (2003), *An Update of Wet Scrubbing Control Technology for FCCUS-Multiple Pollutant Control*, Annual Meeting, (San Antonio), Maret 23-25, AM-03-120, pp 1-14
- WHO (2000) *Air Quality Guidelines - Second Edition*, WHO Regional Publications, European Series, No. 91, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark