

PENGARUH EJEKTOR HASIL RANCANG BANGUN TERHADAP PENGURANGAN GAS KARBON MONOKSIDA DAN DEBU TOTAL DI DALAM RUANGAN PENGELASAN

Sattar Yunus¹⁾, Makmur Saini²⁾, Ahmad Rizal Sultan³⁾, Rusdi Nur⁴⁾, Ibrahim⁵⁾

¹⁾ Dosen Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Teknologi Sulawesi, Makassar

²⁾ Dosen Program Studi Teknik Pembangkit Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

³⁾ Dosen Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

⁴⁾ Dosen Program Studi Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

⁵⁾ Dosen Program Studi Teknik Mesin Politeknik ATI, Makassar

ABSTRACT

In this study, the investigation of the effect of the ejector's performance on the reduction of air pollutants in the welding room was carried out. This is done once gas and dust particles comes up during welding. The measurement of air pollutants is carried out in two conditions. Firstly, it is done during welding with no ejector running and secondly, when the welding and ejector are simultaneously running. the measurements taken are carbon monoxide (CO) and total dust (Total Suspended Particulate). the Ambient Gas Sampler is utilized in measuring the CO gas, while the Staflex Air Sampler measures the TSP. the results show that when the ejector is run, the carbon monoxide and dust are lower compared to the situation when the ejector is not run.

Keywords: *Ejector, air pollution, measurement, carbon monoxide, total suspended particulate*

1. PENDAHULUAN

Industrialisasi yang pesat selama dua dekade terakhir telah membawa banyak masalah dalam lingkungan, termasuk polusi udara yang pengaruhnya mulai terasa dan bahkan telah menjadi masalah utama saat ini dan tentu memerlukan perhatian khusus di dalam pembangunan suatu negara (Lima dkk., 2009), termasuk di Kota Makassar (Sattar dkk., 2012), Peningkatan jumlah populasi bukan hanya semakin meningkat di negara-negara maju tetapi juga di negara-negara berkembang yang telah menyebabkan polusi udara secara meluas (WHO, 2005). Polusi udara perkotaan mempengaruhi kesehatan, kesejahteraan dan kehidupan ratusan juta manusia, perempuan dan anak-anak sehari-hari di Asia. Dilaporkan bahwa polusi udara luar ruangan menyebabkan sekitar 537.000 kematian setiap tahunnya, polusi udara dalam ruangan menyebabkan lebih dari dua kali lipat jumlah kematian ini (WHO, 2002), ini diartikan bahwa polusi dalam ruangan (indoor pollution) menimbulkan dampak lebih besar dari polusi luar ruangan, terlebih kegiatan dalam ruangan yang secara langsung menghasilkan gas-gas dan partikel (debu) yang cukup berbahaya bagi yang terpapar seperti halnya pada kegiatan pengelasan.

Dari penemuan-penemuan benda bersejarah, dapat diketahui bahwa teknik penyambungan logam yang dikenal saat ini dengan pengelasan, telah diketahui sejak dari zaman prasejarah, misalnya pembrasingan logam paduan emas tembaga dan pematiran timbal-timah. Menurut keterangan telah diketahui dan dipraktekkan dalam rentang waktu antara tahun 4000 sampai 3000 SM dan diduga sumber panas berasal dari pembakaran kayu dan arang. Pada abad ke 19, teknologi pengelasan berkembang dengan pesat karena telah dipergunakannya sumber energi listrik (Suharno, 2008). Menurut Deutsce Industrie Normen (DIN), las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan panas dan cair, dijelaskan lebih lanjut bahwa las adalah sesuatu proses dimana bahan dan jenis yang sama digabungkan menjadi satu sehingga terbentuk suatu sambungan melalui ikatan kimia yang dihasilkan dari pemakaian panas dan tekanan (Suharno, 2008). Oleh karena ada sumber panas maka akan menghasilkan gas-gas dan partikel, dimana gas-gas yang timbul adalah Debu (Partikel) dalam asap las besarnya berkisar antara 0,2 μm sampai dengan 3 μm . Komposisi kimia dari debu asap las tergantung dari jenis pengelasan dan elektroda yang digunakan. Bila elektroda jenis hydrogen rendah, di dalam debu asap akan terdapat fluor (F) dan oksida kalium (K₂O). Dalam pengelasan busur listrik tanpa gas, asapnya akan banyak mengandung oksida magnesium (MgO). Gas-gas yang terjadi pada waktu pengelasan adalah gas karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO₂), ozon (CO₃) dan gas nitrogen dioksida (Wiryosumarto dan Okumura, 2004). Menurut Harsono (1996) sewaktu proses pengelasan berlangsung terdapat gas-gas yang berbahaya yang perlu diperhatikan yaitu Gas Karbon Monoksida (CO). Gas ini mempunyai afinitas yang tinggi terhadap haemoglobin (Hb) yang akan menurunkan

¹ Korespondensi penulis: Sattar Yunus, Telp 082187010203, sattaryunus@ymail.com

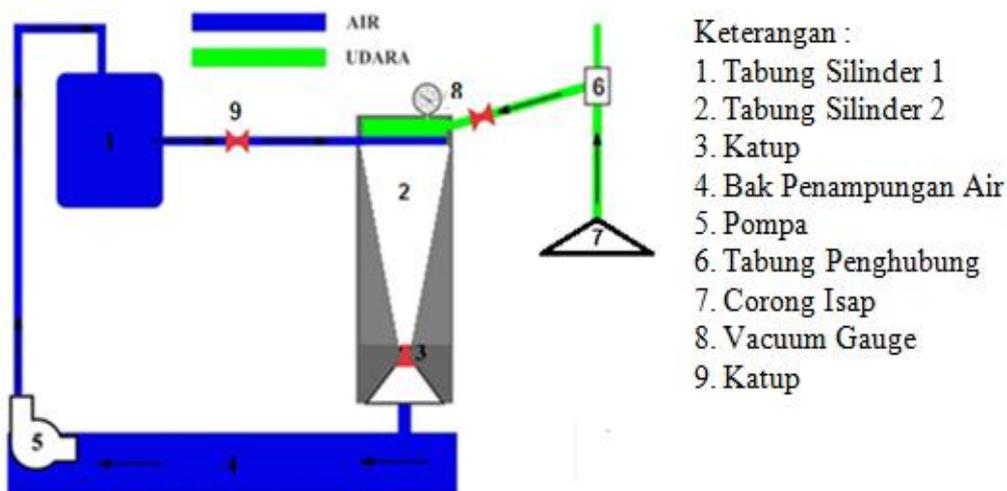
daya penyerapannya terhadap oksigen, serta kondisi Total Suspended Particle (TSP) juga perlu memperoleh perhatian dalam ruang pengelasan.

Untuk meminimalisir gas-gas dan partikel yang berbahaya yang timbul dalam ruangan ketika berlangsung pengelasan, diperlukan suatu sistem atau alat yang dapat mengurangi gas-gas atau partikel yang timbul. Salah satu metode yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan metode ejektor. Ejektor telah berhasil digunakan untuk aplikasi pembersihan gas tercemar selama beberapa dekade terakhir karena kemampuan mereka menangani gas yang mengandung polutan seperti uap, gas, dan aerosol padat/cair hingga ukuran $0,1 \mu m$ (Dutton dkk., 1982; Subramarian dkk., 2006). Sejalan dengan hal tersebut, dikemukakan bahwa ejektor adalah salah satu perangkat yang paling penting yang digunakan di industri. Perangkat ini memiliki dua tugas utama. Salah satunya adalah untuk membuat vakum dan membuang gas serta lainnya adalah mencampurnya dalam cairan. Salah satu tugas di atas atau keduanya bisa dipertimbangkan dalam mendesain dan menggunakan ejector (Stefan dan Hamjak, 2008; Gamisansa, 2002). Berdasarkan uraian tersebut maka pada penelitian ini akan menyelidiki apakah ada pengurangan konsentrasi gas-gas dan partikel di udara yang timbul khususnya Karbonmonoksida (CO) dan debu total (TSP) dengan alat yang telah dirancang dengan metode ejektor.

2. METODE PENELITIAN

Instalasi Ejektor

Rancang bangun Instalasi ejektor yang terdiri dari beberapa komponen inti seperti tabung silinder, bak penampungan dan komponen lainnya telah dikerjakan dan diselesaikan. Instalasinya seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 2.1. Instalasi Ejektor Hasil Rancang Bangun

Alat Sampling

Pelaksanaan penelitian untuk menguji sejauh mana pengaruh alat ejektor yang telah dirancang dan dibuat maka diperlukan pengujian langsung ke lingkungan yang sebenarnya, yaitu lingkungan industri. Sebagai tahapan uji coba alat ini dilakukan di ruang praktek pengelasan mahasiswa pada Politeknik Akademi Teknik Industri (ATI) Makassar, dengan pertimbangan bahwa pada ruang pengelasan ketika berlangsung pengelasan maka akan timbul kondisi udara yang rentang dengan kondisi udara buruk yang tentu dikhawatirkan memiliki dampak terhadap pekerja las ataupun mahasiswa yang sementara praktik las.

Seluruh proses sampling udara menggunakan alat dari Balai Teknik Lingkungan dan Pengendalian Penyakit Kelas I Makassar, yang peralatannya tersedia dan memadai untuk pengambilan sampel dan juga untuk analisis dari sampel udara yang telah diambil. Alat yang digunakan untuk pengambilan sampel udara

untuk gas digunakan Gas Sampler Ambien (Impinger Model : MD-51MP), sedangkan sampel TSP digunakan alat Staflex Air Sampler. Alat yang digunakan untuk pengambilan sampel ditunjukkan pada gambar berikut :



(a)



(b)

Gambar 2.2.Alat Pengukur CO (a) dan Alat Pengukur TSP (b)

Pengambilan sampel dilakukan dalam dua kondisi pengujian udara yaitu:

1. Kondisi I (Ejektor OFF): Pengambilan dan analisis sampel udara ketika sedang berlangsung praktik pengelasan namun belum dioperasikan ejektor. Data yang dihasilkan adalah sebagai kontrol untuk melihat seberapa besar pengaruh ejektor.
2. Kondisi II (Ejektor ON): Pengambilan dan analisis sampel udara ketika sedang berlangsung praktik pengelasan dan sementara dioperasikan ejektor. Data yang dihasilkan akan dibandingkan dengan data yang dihasilkan pada kondisi I.

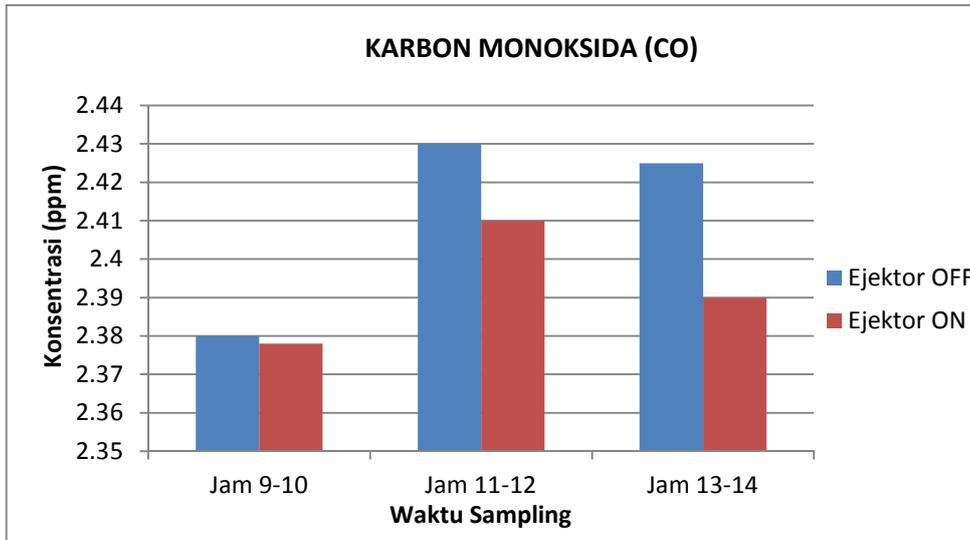
Prosedur Pelaksanaan Sampling

- a. Mencatu sistem peralatan instalasi dengan daya listrik.
- b. Mengoperasikan mesin pompa (5) untuk mengisi bak penampung (4).
- c. Membuka katup (9) dan katup (10) serta menutup katup (3) hingga silinder (2) dapat terisi penuh.
- d. Menutup katup (9) dan katup (10) setelah silinder (2) terisi penuh.
- e. Mengukur tinggi awal level air bak penampung (4).
- f. Menjalankan ejektor dengan membuka katup (3) dan katup (10), sehingga air tersirkulasi secara kontinyu
- g. Mencatat nilai vakum yang terukur pada *vacuum gauge* (8) setelah membuka katup (10).
- h. Mencatat dan menjaga ketinggian level air pada bak penampung (4).
- i. Menetapkan throat ejector (3) yang panjangnya 30 cm yang digunakan berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan sebelumnya (Saini dkk., 2018).
- j. Mengoperasikan alat gas sampler ambien dan staflex air sampler
- k. Mencatat waktu mulai mengoperasikan alat pada langkah n
- l. Alat Sampling dioperasikan selama 60 menit, dengan tiga kali pengambilan sampel yaitu jam 9-10; 10-11;13-14 (dalam keadaan mahasiswa sementara melakukan pengelasan, seperti kondisi ketika pengambilan sampel tanpa menjalankan ejektor).
- m. Setelah cukup dengan durasi waktu masing-masing, maka ejektor di stop dan juga alat sampler
- n. Sampel udara dibawa ke Laboratorium BTKL-PP untuk dianalisis.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

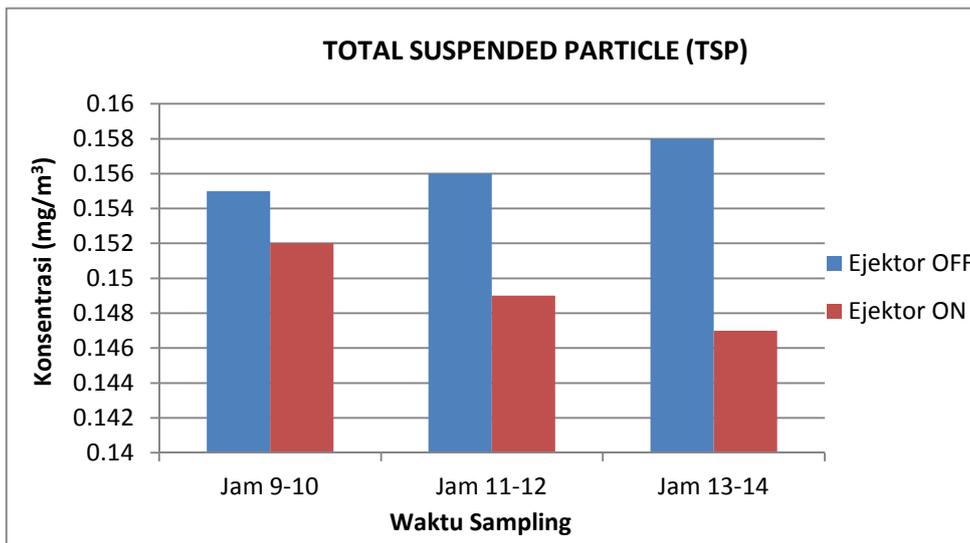
Berdasarkan hasil pengukuran udara dalam ruangan pengelasan untuk parameter Karbon monoksida seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 3.1** dengan kondisi Ejektor belum dijalankan (OFF) pada pengambilan sampel pukul 09-10 pagi konsentrasi CO sebesar 2,384 ppm, pukul 11-12 sebesar 2.43 ppm, sedangkan pada pukul 13-14 konsentrasinya sebesar 2,425 ppm, sementara untuk kondisi pengukuran pada saat ejektor dijalankan pukul 09-10 pagi konsentrasi CO sebesar 2,378 ppm, pukul 11-12 sebesar 2.41 ppm, sedangkan pada pukul 13-14 konsentrasinya sebesar 2,39 ppm. Konsentrasi pada saat ejektor dijalankan pada semua jam pengambilan sampel menunjukkan penurunan konsentrasi, yang lebih nampak penurunannya pada

pengambilan sampel pukul 13-14. Ini berarti bahwa semakin lama ejektor dijalankan maka akan semakin mengurangi karbon monoksida di udara dalam ruangan.



Gambar 3.1. Grafik konsentrasi CO di udara pada saat ejektor OFF dan ON

Berdasarkan hasil pengukuran udara dalam ruangan pengelasan untuk parameter Debu Total (Total Suspended Particle) seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 3.2**, dengan kondisi ejektor tidak dijalankan, pada pengambilan sampel pukul 09-10 pagi diperoleh konsentrasi TSP sebesar 0,155 mg/m³, pukul 11-12 sebesar 0,156 mg/m³, sedangkan pada pukul 13-14 konsentrasinya sebesar 0,158mg/m³. Sementara hasil pengukuran TSP pada kondisi ejektor dijalankan, pada pukul 09-10 pagi diperoleh konsentrasi TSP sebesar 0,152mg/m³, pukul 11-12 sebesar 0,149mg/m³, sedangkan pada pukul 13-14 konsentrasinya sebesar 0,147mg/m³. Nampak ada penurunan konsentrasi TSP ketika dijalankan ejektor, juga lebih nampak pengurangan pada pengambilan sampel pukul 13-14, seperti halnya pada Karbon monoksida.



Gambar 3.2. Grafik konsentrasi TSP di udara pada saat ejektor OFF dan ON

Berdasarkan grafik data yang ditunjukkan pada **Gambar 3.1** dan **Gambar 3.2**, kelihatan ada perbedaan yang dapat diamati yaitu bahwa pada pengukuran Karbon monoksida, konsentrasi tertinggi pada jam pengambilan sampel pukul 11-12 baik pada saat ejektor tidak dijalankan maupun pada saat ejektor dijalankan. Sedangkan pada pengukuran TSP kelihatan bahwa pada saat ejektor belum dijalankan konsentrasi

TSP trendnya kelihatan meningkat, sedangkan ketika ejektor dijalankan konsentrasi debu total (TSP) trendnya menurun. Dari kedua jenis pengukuran udara yaitu CO dan TSP, nampak bahwa lebih besar tingkat penurunan konsentrasi debu total (Total Suspended Particle) sebagai pengaruh ejektor sekitar yang 4,47 persen, dibandingkan terhadap Karbon monoksida (CO) sekitar 0,78 persen. Salah satu penyebabnya karena partikel memiliki massa yang lebih berat dibandingkan CO disamping diameter yang lebih besar ukurannya, Partikel sendiri dapat dikategorikan berdasarkan diameternya. Jika diameternya lebih kecil atau sama dengan 2,5 mikron maka dikategorikan partikel halus, jika diameternya antara 2,5-10 mikron disebut partikel kasar, sedangkan yang diameternya lebih besar dari 10 mikron inilah yang disebut Debu Total atau dikenal juga dengan Total Suspended Partikel (Sattar dkk., 2014). Semakin halus partikel itu semakin tinggi dampaknya terhadap kesehatan pernapasan (Rashid dkk, 2014).

4. KESIMPULAN

Dalam makalah ini, pengurangan dan pemulihan gas pencemar serta debu total adalah diisap dari udara dengan kondisi kevakuman ke dalam tabung dan selanjutnya gas pencemar dan partikel tersebut akan dikirim ke dalam fluida air yang terus menerus bersirkulasi, kesimpulan dalam penelitian ini adalah :

- 1.) Terdapat pengurangan konsentrasi gas Karbon monoksida dan Total Suspended Partikel dengan pengoperasian ejektor.
- 2.) Semakin lama ejektor dioperasikan maka kelihatan pengurangan gas karbon monoksida dan Total Suspended Partikel semakin lebih besar.
- 3.) Dibandingkan dengan gas Karbon monoksida, konsentrasi Total Suspended Partikel nampak lebih besar tingkat pengurangannya pada seluruh jam pengambilan sampel.
- 4.) Semakin besar nilai vakum maka akan semakin tinggi kemampuan pengurangan konsentrasi gas karbonmonoksida dan Total Suspended Partikel .

5. DAFTAR PUSTAKA

- Dutton, J. C., Mikkelsen, C.D. and Addy, A. L., 1982. *A theoretical and experimental investigation of the constant area, supersonic-supersonic ejector*, *AIAA Journal*, 20, 1392-1400.
- Gamisana, X., Sarrab, M., and Lafuente, F. J., 2002. Gas pollutants removal in a single and two-stage ejector venturi scrubber, *Journal of Hazardous Materials*, B90, 251-266.
- Harsono., 1996. *Teknologi Pengelasan Logam*. PT. Pradya Paramita. Jakarta.
- Lima. E.A.P., Guimaraes. E.C., Pozza. S.A., Barrozo. M.A.S., Coury J.R ., 2009. *A Study of atmospheric particulate matter in a city of the central region of Brazil using time-series analysis*. *Int.J. Environment Engineering*, 1: 1-9.
- Rashid M, Sattar, Y., Ramli, M., Sabariah., and Puji, L., 2014. *PM₁₀ black carbon and ionic species concentration of urban atmospheric in Makassar of South Sulawesi Province, Indonesia*. *Atmospheric Pollution Research* . 5 : 610-615: doi: 10.5094/APR.2014.070.
- Saini M., Rusdi, N., Sattar, Y., Ibrahim. *The Influence of Throat Length and Vacuum Pressure on Air Pollutant Filtration Using Ejectors*. *AIP Conference Proceedings*, 2018.
- Sattar Y, M. Rashid, M. Ramli and B. Sabariah., 2014. *Black carbon and elemental concentration of ambient particulate matter in Makassar Indonesia*. *IOP Conf.Series: Earth and Environmental Science*. 18. 012099: doi : 10.1088/1755-1315/18/1/012099.
- Sattar., M Rashid., R Mat., and L Puji., 2012. *A Preliminary Survey of Air Quality in Makassar City South Sulawesi Indonesia*. *Jurnal Teknologi*, 57:123-136.
- Stefan E, Harnjak P..2008. *Ejector refrigeration: an overview of historical and present developments with emphasis on air-conditioning applications*. *International Refrigeration and Air Conditioning Conference*; U S A; 1-8.
- Subramarian G., Natrajan. S.K., Adhimolane .K., Natarajan. A. T., 2006. *Comparison of Numerical and experimental Investigation of jet Ejectors with Blower*. *International Journal of Thermal Science*, 84: 134-142.
- Suharno., 2008. *Prinsip-Prinsip Teknologi dan Metalurgi Pengelasan Logam*. UNS Press. Surakarta
- WHO., 2002. *The World Health Report 2002 : Reducing Risks, Promoting Health Life*, WHO. Geneva.
- WHO., 2005. *Indoor Air Pollution and Health*, Bonn.
- Wiryosumarto, H., Okumura, T., 2004, *Teknologi Pengelasan Logam*, PT Pradaya Paramita, Jakarta.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan penelitian ini terlaksana atas bantuan dana dari Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat (DRPM)Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi melalui Unit Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (UPPM) Politeknik Negeri Ujung Padang, sehingga pada kesempatan ini kami menyampaikan apresiasi dan terima kasih yang sebesar-besarnya. Demikian juga kami sampaikan terima kasih kepada Politeknik ATI Makassar atas izin pengambilan sampel di ruang pengelasan, serta Badan Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit (BTKL-PP) Makassar yang telah memfasilitasi peralatan sampling dan menganalisis sampel.