

MODEL PENGENDALIAN KESEHATAN TENAGA KERJA PADA KEGIATAN PENGECORAN LOGAM TRADISIONAL STUDI KASUS DI KAWASAN INDUSTRI BATUR KLATEN- JAWA TENGAH

Latifah Hanum Damanik
STIKES Surya Global Yogyakarta
Email: tipahanum@gmail.com

Adi Heru Husodo
Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada

Totok Gunawan dan Pramono Hadi
Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada

ABSTRACT

Research conducted at PT. Bonjor Klaten the distribution of the metal dust in a casting chamber having an effect on the health of the workforce. Diseases caused by exposure to chemicals are dominant in the production process of metal casting in the PT. Bonjor Jaya Klaten is silica and manganese. This substance is thought to impact diseases such as silicosis, which silicosis is pneumoconiosis caused sucked (inhaled) dust silica free (SiO₂) and suspected disease caused liveliest chemicals silica, the disease is becoming an important issue for workers at factories has been running for twenty years. The method used in the study with the path analisys. Based on the results obtained that the activity in the kitchen cupola foundry chemicals produce particles coming from the chimney and output channels cupola kitchen spread the longer the exposure, the disease can affect the lungs and skin. Model of labor control in PT . Bonjor in the form of research findings include: digital simulation on the distribution pattern of the direction and the fall of the particle chemical substances silicon and manganese are dispersed in space foundry, planning SOP activity raw material preparation, filling and operation of the kitchen cupola based hazard in the workplace environment, in an effort metal dust pollution control by using personal protective equipment and supervision of the workplace environment, and the application of legislation occupational safety and health related licensing and application SMK3 company in PT. Bonjor in efforts to control health workers traditionally casting.

Keywords: *Health control model; Labor in activities; Traditionally foundry*

ABSTRAK

Penelitian yang dilakukan di PT. Bonjor Klaten bertujuan mengetahui sebaran debu logam di dalam ruang pengecoran yang berpengaruh terhadap kesehatan tenaga kerja. Penyakit akibat pemaparan terhadap zat kimia yang dominan dalam proses produksi pengecoran logam yang ada di PT. Bonjor Jaya Klaten adalah silika dan mangan. Zat ini diduga memberikan dampak penyakit berupa Silikosis, yang mana silicosis adalah *pneumokoniosis* yang disebabkan mengisap (*inhalasi*) debu silika bebas (SiO₂) dan di duga terkena penyakit yang disebabkan terhidup zat kimia silika, penyakit ini menjadi persoalan penting bagi para tenaga kerja pada pabrik yang sudah berjalan selama dua puluh tahun. Metode yang digunakan dalam penelitian dengan *path analisys*. Berdasarkan hasil didapat bahwa dalam kegiatan dapur kupola di ruang pengecoran menghasilkan partikel zat kimia yang berasal dari cerobong asap dan saluran keluaran dapur kupola yang tersebar semakin lama terpapar maka dapat memberikan dampak timbulnya penyakit paru-paru dan kulit. Model pengendalian tenaga kerja yang ada di PT. Bonjor berupa temuan penelitian antara lain: simulasi digital mengenai sebaran pola arah dan jatuhnya partikel zat kimia silikon dan mangan yang tersebar di dalam ruang pengecoran logam, perencanaan SOP kegiatan persiapan bahan baku, pengisian dan pengoperasian dapur kupola berdasarkan *hazard* dalam lingkungan tempat kerja, dalam upaya pengendalian pencemaran debu logam dengan menggunakan alat pelindung diri dan pengawasan terhadap

lingkungan tempat kerja, dan penerapan peraturan perundang-undangan keselamatan dan kesehatan kerja yang berkaitan perizinan perusahaan dan penerapan SMK3 di dalam perusahaan PT. Bonjor dalam upaya pengendalian kesehatan tenaga kerja pengecoran secara tradisional.

Kata Kunci: *Model pengendalian kesehatan; Tenaga kerja pada kegiatan; Pengecoran logam secara tradisional*

PENGANTAR

Industri mempunyai peranan yang sangat besar dalam menunjang pembangunan yang sedang berjalan saat ini di Indonesia. Pemerintah pusat, dalam hal ini Departemen Perindustrian mulai melaksanakan program pembangunan di bidang ekonomi dan titik berat peningkatan pembangunan di sektor industri. Di Indonesia banyak industri-industri kecil dan menengah yang di antaranya tumbuh adalah industri logam. Industri-industri kecil dan menengah dibidang logam cukup banyak jumlahnya, tetapi cara pengelolaan industri ini pada umumnya masih dikerjakan secara tradisional dengan keterbatasan kemampuan di bidang teknik pengecoran logam. Kondisi ini akan menyebabkan bahan pencemar logam yang antara lain dibuang ke udara sebagai hasil kegiatan industri keluar dari cerobong asap pabrik maupun udara yang dihirup langsung oleh para pekerja pengecoran logam itu sendiri. Peran industri sangat besar di dalam kontribusi terjadi pencemaran udara logam, seperti halnya di kawasan industri pengecoran logam yang ada di Desa Batur, Ceper, Klaten

Pencemaran debu logam yang dihasilkan dari kegiatan pengecoran logam yang ditandai dengan proses peleburan logam dan dari kegiatan pencetakan menggunakan pasir. Umumnya kegiatan peleburan logam yang dilakukan oleh industri logam yang ada di Desa Batur, Ceper menggunakan dapur pemanas peleburan logam dengan tiga jenis, yaitu dapur kupola, tungkik dan dapur induksi listrik, ketiga dapur dengan menggunakan

suhu panas yang tinggi yang berbeda setiap jenis produk, di mana bahan baku yang digunakan pada dasarnya sama, tetapi yang berbeda adalah bahan baku pembantu (bahan paduannya yang berbeda untuk setiap jenis produk logam), setiap bahan baku dan bahan bakar yang digunakan untuk proses peleburan logam masing-masing mengandung unsur kimia. Berdasarkan hasil survei penggunaan dapur kupola lebih dominan digunakan di pabrik pengecoran logam yang ada di Desa Batur. Walaupun kenyataan pada proses peleburan logam dengan menggunakan dapur tungkik lebih berbahaya dibanding dapur kupola lebih banyak memberi kontribusi keberadaan pencemaran unsur zat kimia di dalam ruang pengecoran logam. Pencemaran debu logam yang terjadi di dalam ruang pengecoran logam disebabkan oleh dua hal sebagai berikut: *Pertama*, Dikarenakan pada proses peleburan logam dapur kupola menggunakan suhu yang relatif tinggi dan bahan bakar yang digunakan berupa kokas yang memiliki kadar karbon cukup tinggi lebih kurang 86%. *Kedua*, keberadaan bahan baku yang digunakan untuk proses cor logam berupa: besi kasar (*pig iron*), besi bekas, baja bekas (*stell scrap*), bahan paduan (*ferro silikon* dan *ferro mangan*), begitu juga dengan kegiatan pencetakan cor dengan menggunakan pasir sebagai yang mengandung silikon (SiO_2), di mana kegiatan peleburan didukung dengan temperatur yang tinggi tergantung jenis coran yang akan dibuat berkisar antara 650 -1600°C (Idris, 1988). Dengan gambaran kondisi ruangan pengecoran yang dipenuhi dengan keberadaan unsur zat kimia akibat proses peleburan logam, tentunya akan berdampak terhadap menyebabkan timbulnya berbagai jenis penyakit akibat kerja (Anies, 2005), jenis pekerjaan atau beban kerja dengan berbagai lingkungan kerja dapat merupakan faktor resiko terjadinya gangguan kesehatan, seperti timbulnya penyakit: (1) *dermatitis*/ kulit dan (2) penyakit paru.

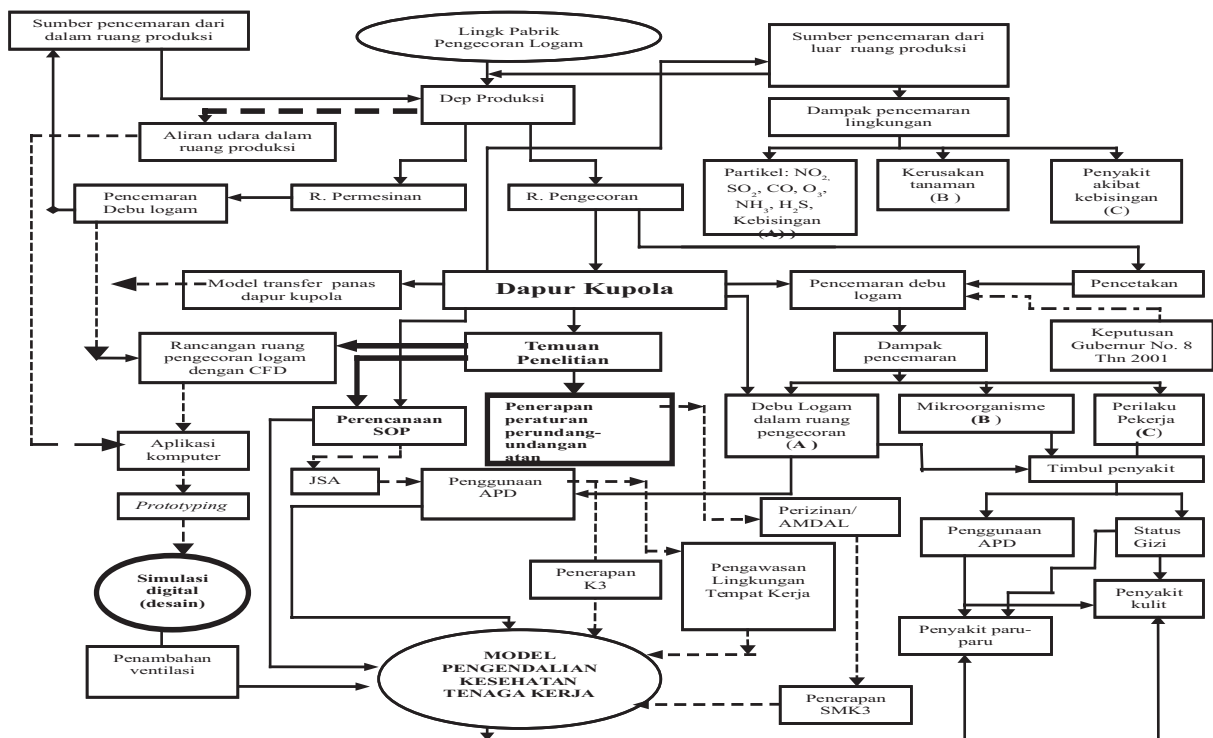
Berdasarkan hasil uraian di atas, mendorong peneliti untuk melakukan

penelitian mengenai model pengendalian kesehatan di pengecoran logam di kawasan industri pengecoran logam, guna mendeteksi keberadaan tingkat pencemaran debu sehingga dapat memberikan tindakan dalam mengurangi dispersi debu pada ruangan sehingga dapat mengetahui seberapa besar kontaminasi yang ditimbulkan oleh dampak pencemaran debu di dalam ruangan pengecoran logam yang berakibat terhadap kesehatan para pekerja dengan bantuan perangkat lunak komputer CFD (*Computational Fluid Dynamics*).

Model pengendalian kesehatan tenaga kerja yang bekerja pada peleburan logam di dapur kupola dengan perancangan temuan penelitian dengan desain simulasi digital 3 dimensi, perencanaan SOP pada kegiatan pembakaran dapur kupola (perencanaan SOP dibuat dimulai dari kegiatan pengangkutan bahan baku dari truk ke tempat penumpukan bahan baku di sekitar dapur kupola, kegiatan pengisian bahan baku, dan pengeoperasian dapur kupola) dan perencanaan penerapan

peraturan perundang-undangan keselamatan kerja di PT. Bonjor Jaya, Klaten. Penelitian terhadap kesehatan operator yang bekerja di ruang pengecoran logam khususnya pada penyakit kulit dan paru-paru, dengan melakukan pemeriksaan kesehatan kepada para tenaga kerja yang bekerja di ruang pengecoran logam, baik tenaga kerja yang melakukan kegiatan pengisian bahan baku, pengoperasian dapur kupola, dan yang melakukan pencetakan. Pemeriksaan kesehatan dilakukan oleh dokter yang berkaitan dengan keluhan para tenaga kerja yang ada yaitu keluhan penyakit kulit dan paru-paru.

Model analisis yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah model kesehatan tenaga kerja dengan menggunakan *path analysis*. Analisis ini dipilih karena cara ini dapat digunakan untuk menelaah hubungan antara variabel bebas dengan variabel tergantung yang terdapat dalam seperangkat variabel dalam model.



Gambar 1
 Model Pengendalian Kesehatan Tenaga Kerja

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Model Kesehatan Tenaga Kerja

Analisis mengenai kondisi kesehatan para tenaga kerja di PT. Bonjor Jaya., dilakukan pengukuran terhadap 30 responden. Penelitian ini menggunakan analisis jalur. Analisis ini bertujuan untuk melihat hubungan variabel bebas dengan masing-masing variabel terikat serta variabel lain yang turut dikontrol dengan variabel terikat, berdasarkan distribusi sel-sel yang ada.

pada tahap selanjutnya dilihat apakah ada hubungan antara keluhan subjektif saluran pernapasan yang dirasakan tenaga kerja dengan gangguan ventilasi paru (berdasarkan nilai *spirometer*) dan keluhan penyakit kulit akibat kerja dengan uji statistik *path analysis* dengan tingkat kemaknaan $P < 0,05$. Untuk menghitung kemungkinan risiko, yaitu berapa kali peningkatan atau penurunan risiko pada populasi dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 1
Variabel Terikat dan Variabel Bebas dalam Penelitian

Variable Name	Storage Type	Display Format	Value Label	VARIABEL
X1	double	%10.0g	X1	Umur
X2	double	%10.0g	X2	Masa kerja
X3	double	%10.0g	X3	Kebiasaan merokok
X4	double	%10.0g	X4	Status gizi
X5	double	%10.0g	X5	Alat pelindung diri
Y1	double	%10.0g	Y1	Penyakit kulit akibat kerja
Y2	double	%10.0g	Y2	Penyakit paru akibat kerja

Tabel 1 di atas menunjukkan bahwa (variabel X_1 sampai X_5) merupakan variabel kontrol, sedangkan variabel terikatnya meliputi Y_1 adalah penyakit kulit akibat kerja dan Y_2 adalah Penyakit paru akibat kerja. Berdasarkan hasil analisis dengan variable kontrol penyakit paru-paru dan

kulit akibat kerja yang meliputi: umur, masa kerja, kebiasaan merokok, status gizi, alat pelindung diri, yang menyatakan hubungan untuk semua variabel kontrol di analisis dengan menggunakan analisis regresi seperti hasil analisis varian pada tabel 2. berikut:

Tabel 2
Hasil Analisis Varian

Standardized	Coef.	OIM Std. Err.	z	P> Z	[95% Conf. Interval]	
Structural						
Y1 <-						
X1	.2937683	.1007445	2.92	0.004	.0963128	.4912238
X2	.4026174	.0966743	4.16	0.000	.2131394	.5920955
X3	.2974358	.0899877	3.31	0.001	.1210632	.4738084
X4	-.2968884	.0922504	-3.70	0.000	-.5217101	-.1600951
X5	-.2968884	.0907221	-3.27	0.001	-.4747004	-.1190764
_cons	1.463901	.6362895	1.95	0.021	.2167962	2.711005
Y1 <-						
X1	.3880844	.0919862	4.22	0.000	.2077947	.5683741
X2	.2845393	.0949773	3.00	0.003	.0983872	.4706914
X3	.3596004	.0827298	4.35	0.000	.197453	.5217478
X4	-.3201598	.0876787	-3.65	0.000	-.4920068	-.1483128
X5	-.2967216	.085544	-3.47	0.001	-.4643847	-.1290585
_cons	1.153938	.5919316	1.95	0.051	-.006227	2.314102
var(e.Y1)	.262949	.065504			.1613713	.4284663
var(e.Y2)	.2334384	.0586083			.1427135	.3818382

Hasil analisis perhitungan dengan menggunakan metode *path analysis* didapat hasil keseluruhan bahwa variabel kontrol

memiliki hubungan yang signifikan terhadap gangguan ventilasi paru-paru dan keluhan kulit tenaga kerja yang bekerja di bagian

bagian pengecoran, hal itu dinyatakan bahwa semua variabel kontrol mempunyai nilai probabilitasnya yang lebih kecil dari 5%.

Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan *path analysis* disimpulkan bahwa terdapat dua variabel kontrol (status gizi dan alat pelindung diri) yang sangat berpengaruh terhadap timbulnya penyakit akibat kerja yang terpapar debu logam di dalam ruang produksi. Status gizi sangat berpengaruh terhadap risiko penurunan kesehatan, berdasarkan hasil pengukuran model dengan menggunakan *path analysis* di dapat nilai koefisien (-0,320) bernilai negatif, hal ini menandakan semakin tinggi tingkat pengaruhnya terhadap timbulnya penyakit kulit dan paru-paru. Penggunaan alat pelindung diri juga menunjukkan risiko terhadap penurunan kesehatan, dari hasil perhitungan dengan *path analysis* di dapat nilai koefisien (-0,296) juga bernilai negatif, menandakan semakin tinggi tingkat nilai pengaruhnya terhadap timbulnya penyakit kulit dan paru-paru.

Simulasi Digital Perilaku Sebaran Partikel Logam di dalam Ruang Kegiatan Pengecoran Logam (Desain Bangunan Tempat Kerja)

Perancangan bangunan dan peralatan industri pengecoran logam yang tumbuh berkembang secara bertahap di suatu tempat sering ditekankan pada aspek ekonomis dan efisiensinya saja. Aspek lingkungan dan manusiaseperti kesejahteraan, keselamatan, dan kesehatan pekerja yang semestinya merupakan hal yang sangat penting sering kali diabaikan. Penyesuaian kesehatan pada bangunan pada proses produksi sering dilakukan dengan cara coba-coba (*trial and error*) dan tanpa perhitungan kuantitatif (*quantitative calculation*) yang menjadi prosedur standar ilmu bangunan modern (formal). Ketiadaan dokumen tertulis yang menjelaskan pertimbangan kualitatif dan perhitungan kuantitatif menyebabkan konsep-konsep tanggap lingkungan di balik

rancangan bangunan dan peralatan industri tersebut tidak dapat diketahui dengan pasti. Untuk mengungkap hubungan antara tata ruang peralatan bangunan industri pengecoran logam dengan aspek lingkungan manusia (kesehatan pekerja) perlu dilakukan pengukuran lapangan. Ini akan melibatkan tiga elemen yaitu manusia pekerja industri, bangunan industri (bentuk, peralatan, dimensi, emisi) dan lingkungan (iklim, topografi).

Lingkup simulasi

Simulasi dilakukan sesuai faktor yang mempengaruhi kesehatan pekerja industry, yaitu pada sebaran partikel logam mangan dan silikon akibat pembakaran besi cor dan pergerakan angin yang terjadi di dalam bangunan pengecoran sehubungan dengan keadaan iklim mikro di luar bangunan. Tiga lingkup model simulasi akan dilakukan yaitu simulasi partikel, termal, dan simulasi aerodinamik. Studi kasus ditetapkan untuk pengecoran dengan alat kopula saja.

Simulasi ditentukan dengan empat skenario, yaitu *pertama*, Simulasi persebaran partikel debu logam silikon dari kotak kopula bagian samping dalam ruang selama 10 menit dengan animasi transient 10 *frame per second*. *Kedua*, Simulasi persebaran partikel debu logam mangan dari kotak kopula bagian samping dalam ruang selama 10 menit dengan animasi transient 10 *frame per second*. *Ketiga*, Simulasi persebaran partikel debu logam silikon dan mangan dari kotak kopula bagian samping dalam ruang selama 10 menit dengan animasi transient 10 *frame per second*. *Keempat*, Simulasi persebaran partikel debu logam silikon dan mangan dari atas cerobong kopula dalam ruang selama 10 menit dengan animasi transient 10 *frame per second*.

Metode yang dipakai dalam eksperimen perilaku partikel, termal dan aerodinamik adalah simulasi digital. Itu berarti eksperimen memakai metode matematis (dilakukan oleh perangkat lunak) dan iterasi (pengulangan hingga diperoleh temuan yang

konsisten). Pada keempat skenario (silikon, mangan, silikon dan mangan samping kopula, dan silikon dan mangan atas kopula) menggunakan aturan orientasi terhadap arah mata angin dan kondisi bangunan, peralatan serta lingkungan yang sama.

Batasan yang dipakai dalam eksperimen ini sebagai berikut: *pertama*, Penyederhanaan model dilakukan dengan cara menghilangkan detail-detail yang dianggap tidak berpengaruh atau berpengaruh tetapi dapat diabaikan. *Kedua*, Data properti bahan diambil dari rujukan yang tersedia dan pengukuran laboratoris yang telah dilakukan.

Perangkat lunak yang dipakai dalam simulasi digital adalah ESI CFD-ACE+ v2004, dengan simulasi akan dilakukan sesuai prosedur standar, yaitu *pertama*, Mengumpulkan data fisik bangunan pengecoran meliputi bentuk, peralatan-proses-hasil pembakaran besi cor dan ukuran; *Kedua*, Memahami secara teoritik hubungan antara bentuk, peralatan, proses hasil pembakaran dan ukuran ruang pengecoran dengan panas dan angin yang terjadi di dalam ruang; *Ketiga*, Membuat model digital ruang pengecoran dengan penyederhanaan bangunan yang dipecah menjadi dua sama besar dan dikaji bagian yang terdapat alat pembakaran (kopula). Model disiapkan untuk simulasi termal, partikel dan aerodinamik; *Keempat*, Melakukan simulasi; *Kelima*, Menganalisis dan mengevaluasi hasil; *Keenam*, Melakukan penyesuaian atau simulasi ulang jika terpantau adanya penyimpangan pada simulasi; *Ketujuh*, Melakukan penyimpulan pada temuan.

Kondisi Eksisting

Lingkungan bangunan pengecoran diwarnai oleh karakter iklim tropis lembab pada umumnya. Bukaannya hanya terdapat pada lubang roster atas setinggi 5,5 meter dan bukaan perbedaan ketinggian atap. Dari sudut pandang ventilasi, model bukaan ini mengindikasikan sebagai berikut: *pertama*, dikarenakan bukaan berada pada posisi lebih tinggi, maka ruangan lebih terpajan (*exposed*) pada aliran angin. *Kedua*, Sukar terjadi aliran angin di kolong yang dapat membantu pemerataan aliran angin karena lantai tidak bercelah. *Ketiga*, Akumulasi udara lembab dan partikel debu di dalam ruangan akan terus menerus terjadi karena udara lembab dan partikel logam (pada umumnya lebih berat dan dingin) sukar mengalir ke luar.

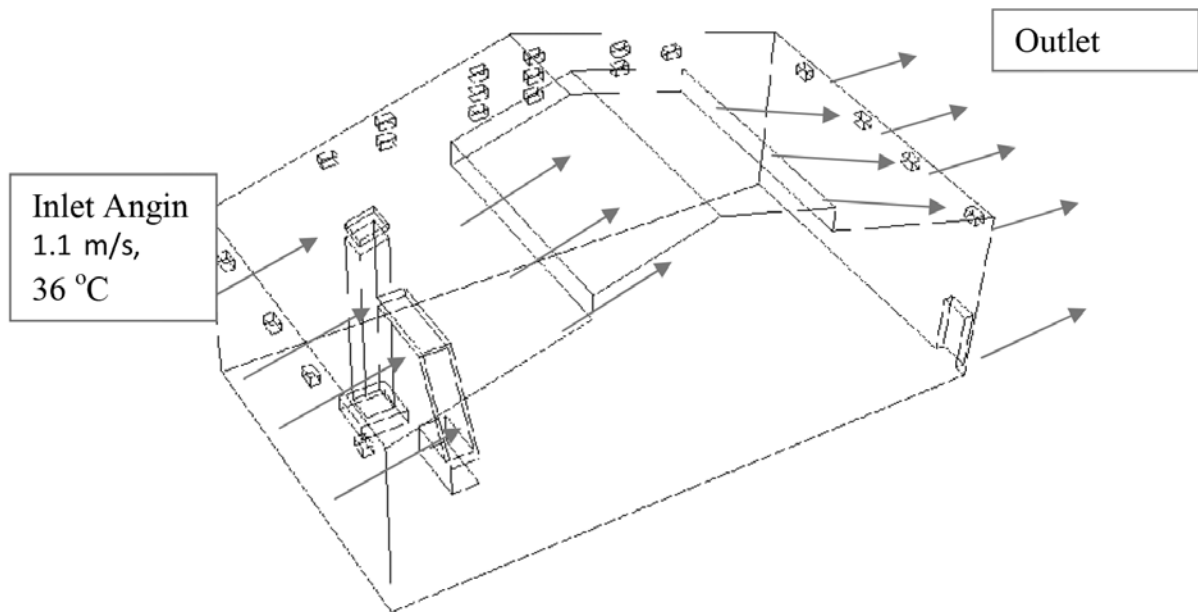


Gambar 2
Kondisi Eksisting Ruang Pengecoran Dapur Kopula
Sumber : PT. Bonjor Jaya, Klaten

Kondisi eksisting ruang pengecoran dapur kupola di PT. Bonjor Jaya, Klaten seperti yang terillustrasikan pada gambar 2, sedangkan model ruang pengecoran dapur kupola, gambaran desain ruangnya dapat dilihat pada tabel 3 berikut.

Tabel 3
Properti Bahan Ruang Pengecoran Logam

Elemen	Bahan	Konduktivitas (W/mK)	Panas Jenis (J/kgK)	Emisivitas
Atap	Seng gelombang (2mm)	110	380	0,3
Dinding	Dinding bata (15 cm)	0,84	800	0,9
Lantai	Beton	1,35	1000	0,9



Gambar 3
 Model Ruang Simulasi CFD

Properti fisik partikel debu logam yang disimulasikan di sekitar tempat kerja dapur kupola adalah sebagai berikut:

Tabel 4
 Properti Fisik Partikel Logam

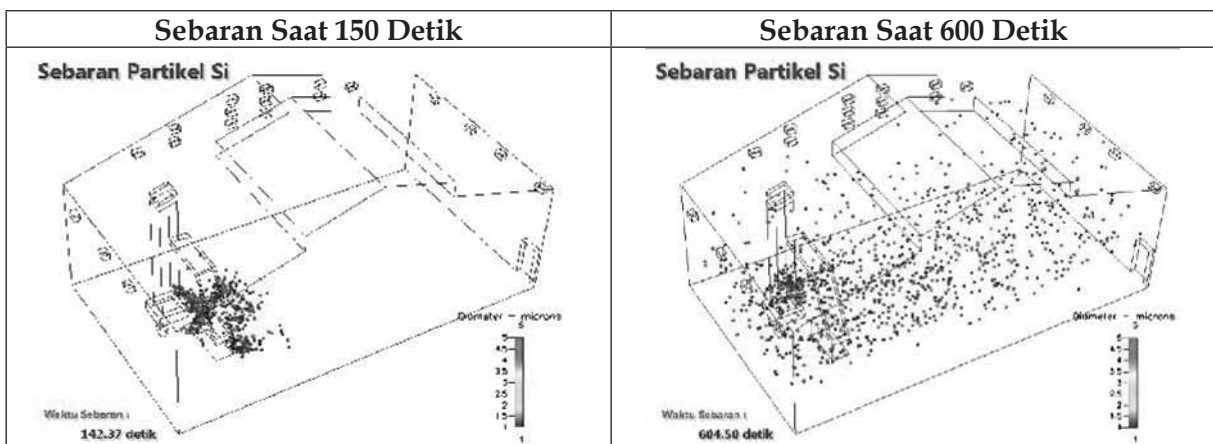
Partikel	Diameter (micron)	Berat Jenis (Kg/m ³)	Konduktivitas (W/mK)	Panas Jenis (J/kgK)	Laju Massa (Kg/s)
Silikon	5 & 1	2329	174	702	0.009375
Mangan	20 & 10	7440	8	448	0.001042

Seluruh partikel disebarkan keluar kopula dengan suhu 400 °C dengan kecepatan acak (*random*) antara 5 - 10 m/s.

Simulasi skenario Pertama

Simulasi sebaran silikon yang terlihat pada tabel 5 menunjukkan bahwa partikel silikon sangat ringan sehingga mampu mencapai seluruh sudut ruang dalam waktu 10 menit.

Tabel 5
 Hasil Simulasi Skenario Pertama

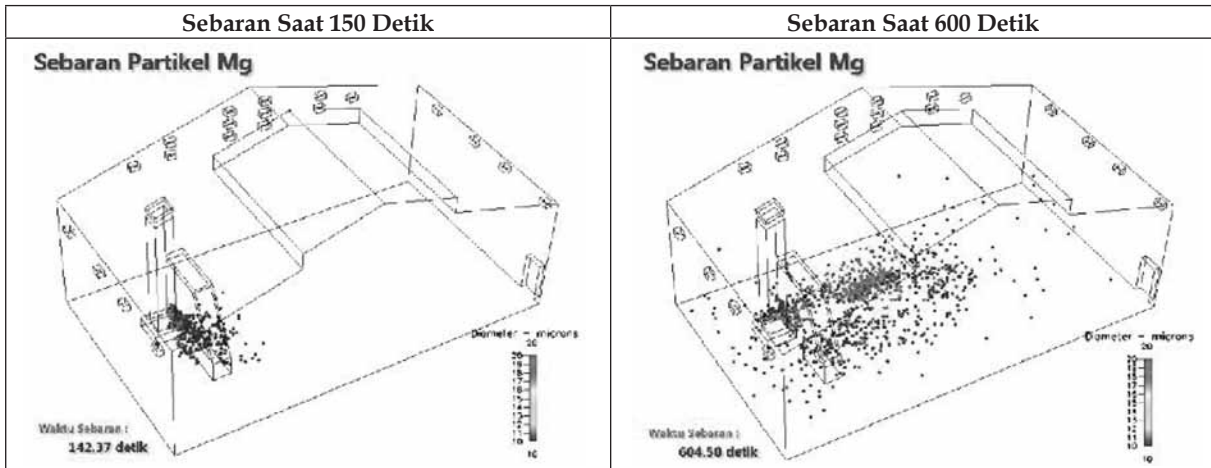


Simulasi Skenario Kedua

Simulasi sebaran mangan yang terlihat pada tabel 6 menunjukkan bahwa partikel mangan lebih berat sehingga tidak mampu mencapai seluruh sudut ruang dalam waktu

10 menit. Jumlah partikel mangan terlihat lebih sedikit dikarenakan laju massa yang lebih kecil dibanding silikon. Lebih jelasnya lagi dapat dilihat pada tabel 6 berikut.

Tabel 6
Hasil Simulasi Skenario Kedua

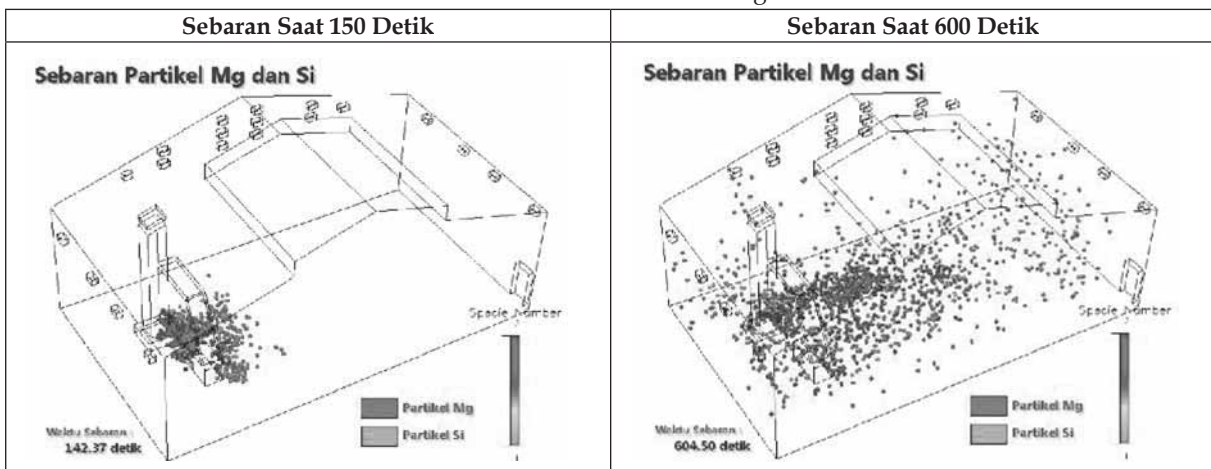


Simulasi Skenario Ketiga

Simulasi gabungan silikon dan mangan yang terlihat pada tabel 7 memperlihatkan perbedaan yang nyata mengenai jangkauan sebaran dalam ruang. Partikel berat mangan

yang berwarna merah berada di bagian bawah ruangan dan partikel ringan silikon yang berwarna hijau berada di seluruh bagian ruangan dapat dilihat pada tabel 7 berikut.

Tabel 7
Hasil Simulasi Skenario Ketiga

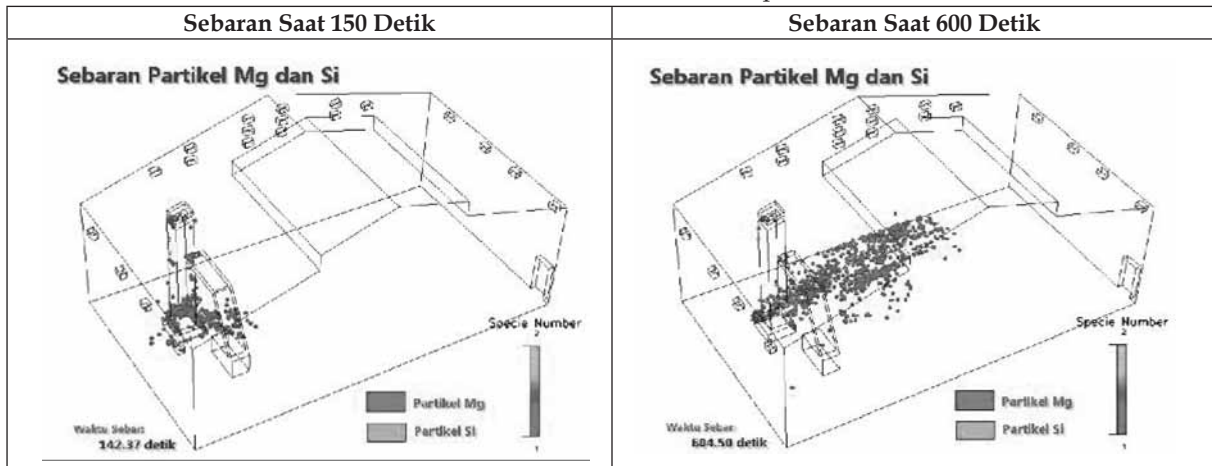


Simulasi Scenario Keempat

Berdasarkan simulasi yang terlihat pada tabel 8 terdapat perbedaan cukup mencolok antara jumlah butiran partikel mangan dan silikon. Partikel mangan mendominasi jumlahnya karena sebagian besar dari ujung atas kopula jatuh kembali ke ruangan,

sedangkan kebalikannya partikel silikon sangat sedikit yang kembali jatuh kedalam ruangan. Sebagian besar partikel silikon terbang keluar ruangan terhisap angin dari lubang atap kopula. Untuk lebih jelasnya lagi dapat dilihat pada tabel 8 berikut.

Tabel 8
 Hasil Simulasi Skenario Keempat



HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil temuan simulasi digital ke keempat skenario menunjukkan terdapat perbedaan jangkauan sebaran partikel debu logam silikon dengan mangan yang disebabkan oleh sifat fisik mangan yang lebih berat. Jumlah laju massa silikon yang lebih banyak juga memperkuat kemampuan partikel silikon menjangkau seluruh bagian ruang pengecoran. Adapun pola alur sebaran kedua partikel bisa dikatakan sama, bergerak ke tengah ruangan untuk mengumpulkan momentum terlebih dahulu sebelum ditiup oleh angin yang datang dari belakang sebesar 1,1 m/s sehingga membentuk pusaran yang menuju ke sisi jauhnya. Sedangkan pada semburan vertikal dari ujung atas cerobong memperkuat hipotesis bahwa dengan posisi awal yang sama, partikel mangan lebih banyak yang bocor terjatuh kedalam ruangan dibandingkan dengan partikel silikon. Berat jenis dan diameter butiran mangan yang lebih besar memiliki pengaruh signifikan akan

terjadinya peristiwa ini. Sedangkan butiran silikon lebih mudah ditarik dan dibuang keatas keluar ruangan karena perbedaan tekanan dan suhu oleh angin dari luar yang menyapu atap.

Rancangan SOP (Standar Operasional Prosedur) Tenaga Kerja di Tempat Kerja pada Dapur Kupola

Kegiatan pengecoran logam secara konvensional dengan menggunakan dapur kupola memiliki resiko tinggi di lingkungan tempat kerja yaitu risiko timbulnya kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja. *Assesmen* bahaya merupakan hasil penafsiran (penilaian) ancaman yang terdapat pada industri pengecoran logam selama proses produksi. Penafsiran tersebut terdapat bahaya seperti cairan logam panas, asap, debu, ledakan yang akan mengakibatkan penyakit. Adapun *health risk assessment* pada kegiatan pengecoran secara konvensional dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 9
 Health Risk Assessment pada Kegiatan Pengecoran Konvensional

No.	Ancaman ₀	Risiko	Dampak
1.	Suhu yang sangat tinggi (1600 °C)	Heat stress	Kekurangan cairan
2.	Radiasi sinar inframerah atau ultra violet	Merusak penglihatan	Merusak penglihatan
3.	Zat kimia dari tungku kupola dan debu pasir cetak	<i>Pneumokoniosis</i>	Paru-paru kronis
4.	Ledakan-ledakan kecil	Kebakaran	Merusak telinga
5.	Lontaran bunga api penguangan	Terbakarnya kulit	Cacat pada kulit
6.	Bising dan getaran dari tungku kupola	Merusak telinga	Mudah lelah

Sumber : Data Primer

Melihat risiko kecelakaan dan timbulnya penyakit akibat kerja, maka keberadaan tenaga kerja yang bekerja pada kegiatan pengecoran dapur kupola yang melakukan kegiatan dari mulai persiapan pengadaan bahan baku sampai pada proses kegiatan pengecoran berlangsung pada dapur kupola merupakan kegiatan yang paling berisiko untuk terpapar partikel yang mengandung zat kimia dan kecelakaan kerja dan upaya mengatasi masalah kesehatan akibat kerja maka peran Standar Operasional Prosedur (SOP) sangat penting. Adapun pengertian dari SOP merupakan tata cara atau tahapan yang dibakukan dan yang harus dilalui untuk menyelesaikan suatu proses kerja tertentu. Tujuan dari pembuatan SOP untuk memudahkan dan menjelaskan proses suatu kegiatan oleh semua pihak. Rancangan SOP pada tenaga kerja di ruang pengecoran dapur kupola bertujuan untuk dapat mengetahui bahaya kerja dan resiko kerja yang dilakukan, sehingga mampu memberikan solusi dalam mengatasi masalah kesehatan kerja yang berkaitan dengan pencegahan timbulnya kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja.

Lingkup Rancangan SOP

Rancangan SOP di fokuskan pada untuk tenaga kerja yang terlibat langsung dalam kegiatan dapur kupola antara lain pada kegiatan sebagai berikut: *pertama*, Tenaga kerja yang yang membawa bahan baku

dari truk menuju ke dapur kupola. *Kedua*, Tenaga kerja yang melakukan pengisian bahan baku untuk pembakaran di dapur kupola. *Ketiga*, Tenaga kerja yang melakukan kegiatan proses pengecoran logam.

Rancangan SOP dilakukan sesuai faktor yang mempengaruhi kesehatan pekerja yang bekerja di ruang pengecoran yang terpapar partikel logam mangan dan silikon akibat pembakaran di dapur kupola. Lingkup kerja yang dipakai dalam rancangan SOP ini sebagai berikut: *pertama*, Mengidentifikasi sumber-sumber bahaya di tempat kerja. *Kedua*, Pengendalian resiko kerja dengan cara menghilangkan resiko terjadinya kecelakaan kerja di tempat kerja. *Ketiga*, Pengendalian lingkungan tempat kerja untuk menurunkan tingkat faktor bahaya lingkungan tempat kerja dari faktor bahaya zat kimia

Penentuan SOP tenaga kerja yang bekerja di dapur kupola dibuat berdasarkan JSA (*Job Safety Analysis*). JSA adalah suatu pendekatan struktural untuk mengidentifikasi potensi bahaya dalam suatu pekerjaan dan memberikan langkah-langkah perbaikan. JSA dibuat dengan cara membagi pekerjaan dalam langkah-langkah pekerjaan, selanjutnya menganalisis bahaya yang ada pada tiap langkah kerja tersebut, memberikan langkah perbaikan, hingga akhirnya di dapati suatu urutan pekerjaan yang selamat. Hasil rancangan SOP pada kegiatan tenaga kerja pada dapur kupola dapat dilihat pada Tabel berikut ini.

Tabel 10
Rancangan SOP (Standar Operasional Prosedur) Tenaga Kerja di Tempat Kerja pada Dapur Kupola

No.	Nama Kegiatan	SOP Kegiatan	Alat Pelindung Diri yang digunakan
1.	Pengangkatan bahan baku dapur kupola dari truk ke dapur kupola	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penyiapan penurunan bahan baku (kokas, batu gamping, besi bekas) dari truck ke lantai 2. Pengambilan karung isi bahan baku dari truck 3. Pengakatan karung bahan baku ke tempat dapur kupola dengan meletakkan karung di bahu 4. Meletakkan karung bahan baku ditempat penumpukan bahan baku 5. Menyusun karung bahan baku 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pelindung kepala 2. Pelindung mulut 3. Pelindung kaki 4. Pelindung tangan

No.	Nama Kegiatan	SOP Kegiatan	Alat Pelindung Diri yang digunakan
2.	Pengisian bahan baku ke dapur kupola	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penyiapan peralatan timbang bahan baku 2. Penimbangan bahan baku 3. Pencatatan bahan baku 4. Pengaturan komposisi bahan baku 5. Peletakan bahan baku ke wadah angkut 6. Proses pengangkutan bahan baku ke tempat pengisian dapur kupola 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pelindung mulut 2. Pelindung kaki 3. Pelindung tangan 4. Pelindung diri badan
3.	Proses peleburan dapur kupola	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menghidupkan dapur kupola 2. Pengaturan suhu dapur kupola 3. Penyiapan ladle 4. Menampung cairan logam ke ladle 5. Pengangkatan ladle ke cetakan 6. Penuangan cairan logam ke cetakan 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kaca mata 2. Pelindung kepala 3. Sarung tangan 4. Pakaian pelindung diri badan 5. Sepatu pelindung kaki

Sumber : Data diolah sendiri

Rancangan SOP untuk tenaga kerja yang melakukan kegiatan pengangkutan bahan baku dari truk, pengisian bahan baku ke dapur kupola, dan proses pengoperasian dapur kupola adalah tenaga kerja yang paling berisiko terhadap timbulnya kecelakaan kerja di tempat kerja, selain terpapar zat kimia yang dapat mengganggu kesehatan tenaga kerja. Pola rancangan SOP dari ketiga kegiatan dianalisis berdasarkan sumber bahaya yang ada dan upaya pengendalian resiko bahaya di tempat kerja memiliki risiko kecelakaan kerja di tempat kerja, tetapi pada SOP kegiatan pengisian bahan baku dan proses pembakaran di dapur kupola merupakan kegiatan yang mengandung *hazard*. Proses pembakaran yang ada di dapur memberikan dampak radiasi partikel silikon dan mangan.

Temuan penelitian ini memberikan gambaran apabila SOP sudah ditentukan, dapat diketahui sumber-sumber bahaya kerja sehingga dapat dilakukan upaya pengendalian lingkungan tempat kerja dengan cara menggunakan alat pelindung diri sesuai dengan tingkat risiko kerja yang ada dengan melakukan pengawasan terhadap lingkungan tempat kerja, sehingga rancangan SOP ini dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah penyakit akibat kerja dan kecelakaan kerja dalam upaya pengendalian keselamatan kerja di PT. Bonjor Jaya Klaten.

Penerapan Peraturan Perundang-Undangan Keselamatan Kerja

Sejarah berdirinya PT. Bonjor Jaya adalah perusahaan industri pengecoran logam dan permesinan Bonjor Jaya di Kurung Baru, Ceper Klaten merupakan perusahaan perseorangan yang bergerak dalam bidang industri dan alat-alat berat. Perusahaan ini didirikan oleh Bapak Warno Sudomo pada tahun 1985 dengan ijin Bupati Kepala Daerah Tingkat II Klaten Nomor 503 / 1062 / 00 / 1993. Perizinan usaha PT. Bonjor Jaya yang merupakan perusahaan industri pengecoran logam, PT. Bonjor Jaya Klaten di dalam proses produksi pengecoran logamnya memberikan dampak pencemaran berupa debu logam yang mengandung zat kimia yang dilepas di udara melalui cerobong asap dan yang berasal dari saluran keluaran dapur kupola. Kondisi ini barang tentu akan memberikan dampak pencemaran udara terhadap permukiman masyarakat yang ada di dalam kawasan industri logam Ceper, Klaten dan pencemaran di dalam ruangan pengecoran logam itu sendiri.

Berdasarkan informasi dari pihak manajemen PT. Bonjor Jaya Klaten dalam perizinan usahanya belum pernah melakukan kegiatan analisis mengenai dampak lingkungan. Bila merujuk pada Undang-Undang Republik Indonesia No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, sesuai pasal 22 mengenai

AMDAL. Berdasarkan kriteria pada pasal 22 ini, PT. Bonjor Jaya dalam perizinannya wajib melakukan kegiatan AMDAL, hal ini juga diperkuat dengan adanya Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 5 Tahun 2012 tentang Jenis Rencana Usaha dan/ atau Kegiatan yang Wajib Memiliki Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup, menjelaskan pada pasal 1 ayat 2 mengenai usaha dan/ atau kegiatan adalah segala bentuk aktivitas yang dapat menimbulkan perubahan terhadap rona lingkungan hidup serta menyebabkan dampak terhadap lingkungan hidup.

Kondisi lingkungan tempat kerja dapur kupola yang bersuhu panas dan pada proses pembakarannya memberikan pencemaran debu logam berupa paparan zat kimia berupa zat mangan dan silikon memenuhi semua sisi ruangan pengecoran logam. Melihat kondisi paparan zat kimia yang memenuhi semua sisi yang ada di dalam ruangan pengecoran logam, maka bila merujuk kepada Peraturan Pemerintah No. 50 Tahun 2012 yang menyatakan bahwa semua perusahaan wajib melaksanakan SMK3, terutama bagi perusahaan yang memperkerjakan minimal 100 tenaga kerja atau perusahaan yang memiliki tingkat potensi kecelakaan kerja yang lebih tinggi akibat karakteristik proses. Jadi dapat disimpulkan bahwa PT. Bonjor Jaya dalam menjalankan proses produksinya memiliki tingkat risiko kecelakaan kerja yang lebih tinggi dan tingkat terpapar zat kimia akibat proses produksi berada pada tingkat yang tinggi maka PT. Bonjor diwajibkan melakukan SMK3.

Berdasarkan kegiatan proses produksi pengecoran logam secara konvensional yang ada di PT. Bonjor Jaya Klaten maka dapat disimpulkan temuan penelitian mengenai Perencanaan penerapan Perundang-Undangan Keselamatan Kerja yang di usulkan untuk pihak PT. Bonjor Jaya Klaten melihat dari 2 unsur yang harus dipenuhi secara kumulatif terhadap tempat kerja

meliputi: *pertama*, Melihat adanya bahaya kerja dan pencemaran yang di akibatkan kegiatan pengecoran logam dengan dapur kupola, maka dalam proses prizinan perusahaan diwajibkan melaksanakan kegiatan mengenai dampak lingkungan/ kegiatan pengelolaan lingkungan yang sesuai dengan Undang-Undang RI No. 32 tahun 2009 dan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 5 Tahun 2012. *Kedua*, Kondisi tempat kerja di mana dilakukan pekerjaan pengecoran logam secara manual dengan menggunakan dapur kupola yang memberikan pencemaran udara kepada lingkungan permukiman yang ada di dalam kawasan industri Ceper Klaten melalui cerobong asap yang di keluarkan dari dapur kupola dan pencemaran zat kimia yang terpapar di semua sisi ruangan pengecoran logam yang mana paparan zat kimia tersebut memberikan dampak kesehatan kepada tenaga kerja yang bekerja yang terlibat dalam kegiatan pengecoran logam kerja secara manual, wajib melakukan SMK3, guna upaya pengendalian kesehatan tenaga kerja.

SIMPULAN

Berdasarkan uraian yang telah disampaikan di atas, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: tata letak dapur kupola memberikan dampak paparan debu logam yang dikeluarkan melalui cerobong asap yang terakumulasi di udara sehingga berdampak terhadap penurunan kualitas udara di dalam kawasan industri pengecoran logam Ceper Klaten berupa berupa NO_2 , SO_2 , CO , O_3 , NH_3 , H_2S , dan kebisingan, sedangkan keberadaan tata letak dapur kupola di dalam ruangan pengecoran memberikan sebaran debu logam yang mengandung silikon dan mangan, tata letak dapur kupola berpengaruh terhadap paparan partikel zat kimia berupa sebaran Silika (Si) dan Mangan (Mn) yang terhirup oleh tenaga kerja sesuai terlihat jelas terpapar bagi tenaga kerja yang bekerja di

dalam ruangan pengecoran logam. Secara umum dapat terlihat bahwa zat kimia yang dominan dalam proses produksi pengecoran logam yang ada adalah silika. Zat ini akan diduga memberikan dampak penyakit berupa *silikosis*, yang mana *silicosis* adalah *pneumokoniosis* yang disebabkan mengisap (*inhalasi*) debu *silica* bebas (SiO_2). Keberadaan Mn bila dihirup secara terus menerus maka diduga akan menimbulkan penyakit akibat Mn, Hasil analisis tingkat kesehatan operator di bagian produksi berdasarkan karakteristik responden menunjukkan semua karakteristik responden memiliki hubungan yang signifikan terhadap keluhan paru-paru dan kulit hal ini terbukti keseluruhan nilai koefisien dari variable kontrol berada dibawah dari $P < 0,05$.

Hasil analisis dari menggunakan *path analysis* terhadap dua keluhan, yaitu keluhan paru-paru dan keluhan terhadap penyakit kulit, maka dapat disimpulkan tenaga kerja yang bekerja pada dapur kupola terhadap dua variabel kontrol yang sangat berpengaruh terhadap timbulnya penyakit kerja akibat terpapar debu logam yang ada di dalam ruang produksi, yaitu variabel status gizi dengan nilai koefisien (- 0,340) menandakan bahwa semakin kecil nilai koefisiennya, maka semakin tinggi tingkat nilai pengaruhnya terhadap timbulnya penyakit paru yang diderita para pekerja, demikian juga dengan nilai terhadap keluhan penyakit yang nilai koefisien (-0,320) menandakan semakin tinggi tingkat pengaruhnya terhadap timbulnya penyakit kulit dan variabel alat pelindung diri berdampak pengaruh terhadap timbulnya dua penyakit akibat kerja yang terpapar debu logam, hal ini terlihat nilai koefisien (-0,296), menandakan bahwa semakin kecil nilai koefisiennya maka semakin tinggi tingkat pengaruhnya terhadap timbulnya penyakit paru yang diderita para pekerja, demikian juga dengan nilai terhadap keluhan penyakit yang nilai koefisien (-0,296) menandakan semakin

tinggi tingkat nilai pengaruhnya terhadap timbulnya penyakit kulit dan rancangan model pengendalian kesehatan tenaga kerja yang bekerja di ruang pengecoran logam yang informasikan secara tiga dimensi dapat terlihat persebaran debu logam (Mn dan Si) yang terpapar di dalam ruang pengecoran logam merupakan solusi dalam upaya mengatasi dampak pencemaran debu logam pada kegiatan pengecoran logam secara tradisional.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditama, T.Y, 1997, Pengaruh Debu Besi Terhadap Kesehatan Paru Pekerja Pabrik Besi Baja PT.Krakatau Steel , Jakarta, *Journal Respiratory Indonesia*, 17 (1) : 16 - 24.
- Aditama, T.Y, 1999, *Penyakit Paru Akibat Kerja, Pendidikan Kedokteran Berkelanjutan*, Ikatan Dokter Indonesia, Jakarta
- Adji, N.C., 2003, Gambaran Kelainan Paru Akibat Terpapar Debu Asbes dan Semen Pada PT. Samiaji Yogyakarta, *Tesis*, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Agung, Dadang. W., 2007, Faktor-faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Pengelolaan Sampah di RSUD Panembahan Senopati Bantul, *Tesis*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Amir, 1997, Penelitian Pembuatan Flange (Bahan Baja) Dengan Dapur Induksi, *Skripsi*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Anies, 2005, *Penyakit Akibat Kerja*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Anonim, 2006, Kabupaten Klaten Dalam Angka Tahun 2006, Bappeda Kabupaten Klaten, Jawa Tengah.
- Arikunto, S., 1991, *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktis*, Rineka Cipta, Jakarta
- Atmanto, I, S., 2011, Behavioral Determinants Workers The Use of Pipe Based

- on Hazard Assesment in Foundry Company Ceper Klaten , Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi ke 2, 2011
- Asep, I., 2003, Hubungan Paparan Debu Kayu dengan Keluhan Subjektif Saluran Pernafasan dan Gangguan Ventilasi Paru pada Tenaga Kerja PT. Perwita Karya Divisi Mebel Kabupaten Sleman Yogyakarta, *Tesis*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Atmatsier, S., 2002, Prinsip Dasar Ilmu Gizo, PT. Gramedia Pustaka Utama, Yakarta
- Bhohadana, A.B., 2000, Symptom Airway Responsiveness and Expossure to Dust in Beech and Oak Word Workers, *Occup Environ Med*, 57: 268-273
- Bidan Desa Tegal Rejo, 2007, Data Penderita Penyakit (2002-2007) Di Sekitar Kawasan Industri Pengecoran Ceper, Klaten, Jawa Tengah
- Chaudhary, B. D., Singh, R. K., 1981, *Biometrical Methods In Quantitative Genetic Analysis*, New Delhi : Kalyani Publishers
- Clayton, G. D., 1991, *Patty's Industrial Hygiene and Toxicology Fourth Edition*, Jhon Wiley and Sons, Inc, New York
- Damanik, H.L., 2005, Dampak Pencemaran Debu Terhadap Kesehatan Tenaga Kerja Pada Bagian Produksi Pengecoran Logam Studi Kasus Di PT. Bonjor, Klaten, *Tesis*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Freman, S., 1990, Diagnosis and Differential and Differential Diagnosis dalam Adam's Occupational Skin Disease, Edisi Ke 2 WB Saunders Co, Philadelphia
- Habsari, N.D., 2003, *Penggunaan Alat Pelindung Diri Bagi Tenaga Kerja, Bunga Rampai Hiperkes dan Keselamatan Kerja*, Jakarta
- Harninto, 1986, Pengaruh Cuaca Kerja Di Pabrik Ubin Dan Genteng Semen Yang Beratap Seng Dan Pabrik Ubin Yang Beratap Genteng Tanah Di Yogyakarta Terhadap Terjadinya Dermatitis Kontak Dilingkungan Debu Semen, *Tesis*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Heiman, H., 1961, *Air Population : Effects of Air Polution on Human Health*, World Health Organization, Geneva.
- Hersusanto, R. dan Suyatno, B., 1981, *Makalah Study Pendahuluan Pengaruh Debu Kapur Terhadap Kesehatan Karyawan*, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Univesitas Surakarta, Surakarta
- Hidayat, N., 2002, Hubungan Tingkat Pencahayaan dan Posisi Kerja dengan Ketajaman Penglihatan Pengrajin Perak di Kotagede Yogyakarta, *Tesis*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Idris, I., 1988, Kupola dan Tungkik, *Tesis*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Idrus, M., 2007, *Metodologi Penelitian Ilmu-Ilmu Sosial*, UII Press, Yogyakarta
- Kerlinger, F.N. 2003. *Asas-Asas Penelitian Behavioural Edisi Ketiga*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Kristanto. P., 2002, *Ekologi Industri*, Andi Offset, Yogyakarta
- Leidel, N. A., 1997, *Occupational Exposure, Sampling Strategy Manual*, U. S Departemen of Helath, Education and Welfore, Ohio
- Lestari, K., 2000, *Pengaruh Paparan Debu Terhadap Fungsi Ventilasi Paru Tenaga Kerja di Perusahaan Playwood*, *Majalah Hiperkes dan Keselamatan Kerja*, Jakarta
- Lubis, I., 1991, *Pengaruh Lingkungan Terhadap Penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA)*, *Cermin Dunia Kedokteran*, Jakarta

- Mantra, I.B., 2004, *Filsafat Penelitian dan Metode Penelitian Sosial*, Pustaka Pelajar, Jakarta
- Marzuki, 1997, *Metodologi Riset*, BPFE-UII, Yogyakarta
- Master, G. M., 1991, *Introduction to Enviromental Engineering and Science*, Prentice - Hall International, London
- Mathias, C.G., 1989, *Contact Dermatitis and Workes Compensation Criteria for Establishing Occupational Cousation and Aggravation* J. Am. Acad Dermatol, Year Book Medical Publisher Inc, Chicago, USA
- Mark, J. G and De Leo, V. A., 1992, *Contact and Occupational Dermatology*, Mosby Year Book, St Louis, USA
- Mifbakhuddin, K. S. Y., 2007, Setyaningsih, Y., Karsiti, Mifbakhuddin, 2007, *Perbedaan Tekanan Panas, Karakteristik Pekerja Dan Jumlah Konsumsi Air Minum Terhadap Kejadian Kristal Urin Pada Pekerja Pengecoran Besi Baja Di PT. Putra Ceper Klaten, Prosiding Seminar Nasional Ergonomi dan K3*, Semarang, F11: (1-7)
- Mukono, 2003, *Pencemaran Udara dan Pengaruhnya Terhadap Gangguan Saluran Pernafasan*, Airlangga University Press, Surabaya
- Murti, B., 2006, *Desain Dan Ukuran Sampel Untuk Penelitian Kuantitatif Dan Kualitatif Di Bidang Kesehatan*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Mustafa, M., 1986, *Pengaruh Pemaparan Gas Karbonmonoksida Sebagai Hasil Samping Proses Industri Pengecoran Logam "Batur Jaya" Mengakibatkan Kenaikan Frekuensi Denyut Jantung Pada Tenaga Kerja*, Tesis, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Nuryanto, M. K., 2007, *Iklim Kerja, Masa Kerja, Faktor Risiko Hipertensi Pada Pekerja Bagian Produksi Di PT. GE. Lighting Indonesia* Yogyakarta, Tesis, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Nurzaida, Yulianti, 2004, *Pencemaran Udara Oleh Debu Terbang Di Wilayah PLTU Paiton Dan Sekitarnya Di Propinsi Jawa Timur dan Pemanfaatan Limbah Abu Terbang Sebagai Filter Pengganti Campuran Beton Aspal*, Tesis, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Pacco, E., 1972, *The Cupola Standard Work Method Melting*, MIDC Expert, Bandung
- Peate, W. F., 2000, *Occupational Skin Disease*, America Family Physician Vol.66 Arizona, USA
- Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor. Per 13/ Men/X/2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja, Jakarta
- Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. 08/VII/2010 tentang Alat Pelindung Diri.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 5 Tahun 2012 tentang Jenis Rencana Usaha dan/ atau Kegiatan yang Wajib Memiliki Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup
- Peraturan Pemerintah No. 50 Tahun 2012 tentang wajib melaksanakan SMK3
- Perkins. H. C., 1974, *Air Pollution*, Mc Graw Hill Book Company, New York
- Phoon, W. O, dan Chen, P. C., 1986, *Text Book of Community Medicine in South East Asia*, Jhon Willey and Sons Ltd, Singapore
- Phoon. W.O., 1988, *Practical Occupational Health*, PG. Publishing, Singapore
- Prayudi, T., 2001, *Kualitas Debu dalam Udara sebagai Dampak Industri Pengecoran Logam Ceper*, Jurnal Teknologi Lingkungan Vol 2 No. 2, Mei 2001

- Pudjiastuti, L., Rendra. S., Santosa. R. H., 1998, *Kualitas Udara Dalam Ruang*, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta
- Purdon, W., 1971, *Environmental Health*, N.Y. Academic Press, New York
- Puskesmas Kecamatan Ceper, 2007, *Data Kematian Penderita Penyakit di Desa Ceper*, Klaten, Puskesmas Ceper, Klaten
- Notoatmodjo, S., 1997, *Ilmu Kesehatan Masyarakat*, PT. Rineka Cipta, Jakarta.
- Raharjo, W., 1996, *Cuaca Lingkungan Kerja Dan Kalium Plasma Darah Pada Tenaga Kerja Di Pabrik Gula Madukismo Yogyakarta*, Tesis, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Ruliati, L. P., 2006. *Hubungan Stress Kerja, Suhu Di Ruang Kerja Dan Kadar Hb Terhadap Kelelahan Kerja Pegawai Di Instalasi Binatu Rumah Sakit DR. Sardjito Yogyakarta*, Tesis, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Ryadi, S., 1978, *Pencemaran Udara Dasar-dasar dan Pokok-pokok Penanggulangan Pencemaran Lingkungan*, Jawa Timur.
- Rycroft, R. J. G., 1992, *Occupational Dermatoses In Rook Text Book of Dermat*, 5th Ed, Vol 1, Blackwell Scient Pub, London
- Santoso, Singgih, 2003. *SPSS Versi 10: Mengolah Data Statistik Secara Profesional*, PT Elex Media Komputindo, Jakarta
- Stasiun Meteorologi Kabupaten Klaten, 2008, *Data-data Klimatologi (1996 -2008)*, Jawa Tengah
- Sayuti, M., 1991, *Alat Pelindung Diri, Balai Hygiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja (HIPERKES)*, Surabaya
- Seinfeld. J. H., 1986, *Atmospheric Chemistry and Physics of Air Pollution*, Jhon Willey & Sons, New York
- Soetjiharsa, D. I., 1986, *Pengaruh Panas Lingkungan Tempat Kerja Terhadap Kemampuan Kerja Fisik Tenaga Kerja Sebuah Pengkajian Di Ruang Kerja Binatu Hotel Ambarukmo Palace*, Tesis, Univeritas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Sugiyono, 1991, *Statistik untuk Penelitian*, CV. Alfabeta, Bandung.
- Suhartanto, 1990, *Sifat-Sifat Fisik dan Mekanik Pasir Cetak Ceper*, Klaten, Tesis, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Suma'mur, P.K., 1983, *Kesehatan Kerja dan Pencegahan Kecelakaan*, PT. Gunung Agung, Jakarta
- Suma'mur, 1987, *Hiperkes Keselamatan Kerja dan Ergonomi*, Dharma Bakti Muara Agung, Jakarta
- Suma'mur, P.K., 1980, *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja*, Gunung Agung, Jakarta.
- Suria, T dan Chijiwa. K., 2006, *Teknik Pengecoran Logam*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta
- Sutomo, Adi Heru, 2001. *Pengaruh Kualitas Fisik Pekerja, Kualitas Lingkungan Kerja, dan Kualitas Transportasi Terhadap Produktivitas Kerja. (Kajian Tentang Faktor di Dalam dan di Luar Pabrik yang Mempengaruhi Produktivitas Kerja Pelinting Rokok di PT Gudang Garam, Kediri, Jawa Timur)*. Disertasi. Surabaya: Fakultas Pascasarjana UNAIR, Surabaya
- Suryati. I., 2005, *Analisis Penerapan Sistem Manajemen Lingkungan ISO 14001 Di PT. Semen Padang dan Pengaruhnya Terhadap Kualitas Udara Ambien*, Tesis, Univeritas Gadjah Mada, Yogyakarta
- _____, 1986, *Pengaruh Lingkungan Pekerjaan Terhadap Kesehatan*, Jakarta, Majalah Kesehatan Masyarakat Indonesia, Jakarta

- Sutermeister and Robert. A., 1969, *People and Productivity*, Mc Graw-Hill Book Company, Toronto
- Surat Edaran Menteri Tenaga Kerja Nomor : SE - 01 / MEN / 1997, Tentang Nilai Ambang Batas Faktor Kimia di Udara Lingkungan Kerja, Departemen Tenaga Kerja, Badan Perencanaan dan Pengembangan Tenaga Kerja, Pusat HIPERKES dan Keselamatan Kerja, Proyek Pengembangan Hygiene dan Kesehatan Kerja Tahun Anggaran 1997/ 1998, Jakarta.
- Sutopo, 1986, Pengaruh Pemberian Minum Air Dan Natrium Klorida Terhadap Tenaga Kerja Yang Terpapar Pada Industri Pengecoran Logam PT. Inti General Jaya Steel Di Semarang, *Tesis* , Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Talini, D.M., 1998, Asthma Like Symptoms, Atopy and Bronchial Responsiveness In Furniture Workers, Boston, *Occupational Enviromental Medicine*, 55 : 786 -791
- Taufiq, M. L., 2006, Analisis Kondisi Lingkungan Dan Pengaruhnya Terhadap Produktivitas Tenaga Kerja (Kasus Pada Departemen Produksi Industri Pengecoran Logam Dan Permesinan PT. Bonjot Jaya Klaten, *Tesis*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Wardhana. A. W., 1995, *Dampak Pencemaran Lingkungan*, Andi Offset, Yogyakarta
- Wark. W., 1981, *Air Pollution , Its Origin and Control*, Harper and Row Publisher, New York
- Weiss, E.B dan Segal, 1976, *Bronchial Asthma Mechanism and Therapeutics*, Little,Brown and Company, Boston.
- Wignyosoebroto, S. 2000, *Tata Letak Pabrik dan Pemandahan Bahan*, Penerbit GunaWidya Jakarta.
- Yunus,F., 1997, Dampak Debu Industri pada Paru dan Pengendaliannya, Jakarta, *Journal Respiratory Indonesia*, 17 (1) : 4 - 7.
- _____, 1999, Faal Paru dan Prestasi Olah Raga, Jakarta, *Majalah Kesehatan Indonesia*, 39 (8) : 459 - 463..
- Undang-Undang Republik Indonesia No. 1 Tahun 1970 tentang Kesehatan Keselamatan Kerja
- Undang-Undang Republik Indonesia No. 32 Tahun 2009 tentang Pengendalian dan Pengelolaan Lingkungan Hidup