

Evaluasi Ventilasi Mekanik Berdasarkan SNI 03-6572-2001 Area Pouring di Perusahaan Pengecoran Logam

Salsabillah Hayyu Ramadhina¹, Mochammad Yusuf Santoso^{1*} Aulia Nadia Rachmat¹

¹Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

*E-mail: yusuf.santoso@ppns.ac.id

Abstrak

Pada perusahaan pengecoran logam berbasis *investment casting* terdapat area khusus peleburan logam atau yang biasa disebut dengan area *pouring*. Temperatur pada area tersebut mencapai 46°C, dimana hal ini tidak sesuai dengan SNI 03-6572-2001 mengenai faktor kenyamanan termal yang mensyaratkan mengisyaratkan bahwa temperatur udara kering pada ruangan yang nyaman maksimal sebesar 27,1 °C dengan kelembaban 40% - 60% dan kecepatan udara yang jatuh diatas kepala tidak boleh lebih besar dari 0,25 m/detik dan tidak boleh kurang dari 0,15 m/detik. Perusahaan telah melakukan upaya pengendalian rekayasa teknik berupa pemasangan 2 buah ventilasi mekanik *turbine cyclone*. Untuk mengetahui apakah ventilasi mekanik tersebut telah memenuhi standar SNI 03-6572-2001 maka perlu dilakukan evaluasi pada area *pouring*. Hasil evaluasi kenyamanan termal menunjukkan nilai temperatur kering 38,9 °C, kelembaban udara 52%, dan kecepatan angin sebesar 0,19 m/s. hasil evaluasi ventilasi mekanik eksisting menunjukkan nilai pergantian udara sebesar 1 kali/jam lalu untuk volume udara per orang adalah 0,7 m³/min/orang. Maka kondisi kenyamanan termal serta waktu pertukaran udara per jam tidak memenuhi standar SNI 03-6572-2001. Maka dari itu perlu dilakukan upaya pengendalian lebih lanjut guna menciptakan area kerja yang sehat dan aman bagi para pekerja.

Kata Kunci: Kenyamanan Termal , Peleburan Logam, Ventilasi

Abstract

In investment casting-based metal casting companies, there is a special area for metal melting called the pouring area. The temperature in this area reaches 46°C, which does not comply with SNI 03-6572-2001 regarding thermal comfort factors that require dry air temperature in a comfortable room to be a maximum of 27.1°C with humidity of 40% - 60% and air velocity falling above the head should not be greater than 0.25 m/s and not less than 0.15 m/s. The company has made engineering control efforts by installing 2 mechanical turbine cyclone ventilations. To determine whether the mechanical ventilation has met the SNI 03-6572-2001 standard, an evaluation is needed in the pouring area. To find out whether the mechanical work force meets SNI 03-6572-2001 standards, it is necessary to evaluate the casting area. The results of the evaluation of thermal comfort showed that the dry temperature was 38.9 °C, the air humidity was 52%, and the wind speed was 0.19 m/s. the results of the evaluation of existing mechanical ventilation show that the air change value of 1 time/hour and then for an air volume per person is 0.7 m³/min/person. The evaluation results show that the thermal comfort conditions and air exchange rate per hour still do not meet the SNI 03-6572-2001 standard. Therefore, further control efforts are needed to create a healthy and safe working area for workers. The mechanical ventilation that has been installed needs to be re-evaluated to ensure that the SNI standard is met.

Keywords: Metal casting, Thermal comfort, Ventilation

1. PENDAHULUAN

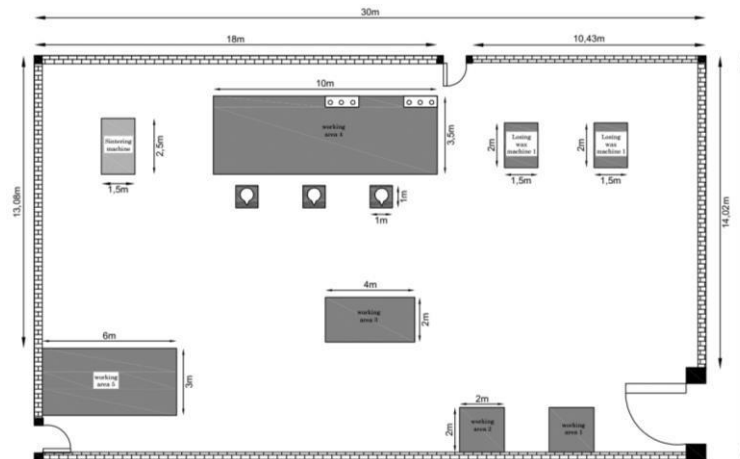
Pada perusahaan pengecoran logam yang berbasis investment casting, didalam proses produksinya tentu perlu melakukan peleburan, baik proses peleburan lilin sebagai bahan cetakan ataupun peleburan logam untuk membentuk produk yang diinginkan. Proses peleburan logam tentunya perlu pencairan logam padat pada suhu tinggi melalui pemanasan, menuangkan ke dalam cetakan untuk memperoleh bentuk dan dimensi yang diinginkan. Proses pengecoran logam dilakukan dengan cara meleburkan potongan-potongan besi menggunakan mesin furnace dengan titik lebur besi berkisar 1300 °C⁴. Kegiatan pengecoran dilakukan di area khusus yaitu area pouring, dimana area tersebut memiliki suhu yang cukup tinggi. Bekerja terus-menerus selama 8 jam di ruangan yang memiliki temperatur tinggi serta ventilasi yang kurang memadai tentunya dapat menimbulkan efek negatif bagi para pekerja⁴.

Suhu yang dihasilkan dari dapur induksi tentunya juga berpengaruh pada temperatur ruangan. Dari hasil observasi awal, temperatur ruangan pada area pouring berkisar antara 40-46 °C. Dalam strander SNI 03-6572-2001 menyebutkan bahwa batas temperature udara kering maksimal untuk daerah tropis adalah 27,1 °C, hal ini tentunya tidak sesuai dengan temperature udara yang ada diarea pouring saat ini. Penelitian yang dilakukan Alfina, dkk (2016) di PT Japfa Comfeed Indonesia Tbk, menyebutkan bahwa terdapat hubungan antara iklim kerja dengan kecelakaan kerja pada unit produksi PT Japfa Comfeed Tbk².

Pengukuran awal temperatur yang dilakukan menggunakan termometer ruangan selama 1 bulan di area pouring menunjukkan bahwa temperatur yang ada di dalam area pouring sebesar 40-46 °C. Temperatur tersebut tentunya membuat pekerja tidak nyaman. Hal ini juga tidak sesuai dengan SNI 03-6572-2001 mengenai faktor kenyamanan termal yang mensyaratkan bahwa temperatur udara kering pada ruangan yang nyaman maksimal sebesar 27,1 °C dengan kelembaban 40% - 60% dan kecepatan udara yang jatuh diatas kepala tidak boleh lebih besar dari 0,25 m/detik dan tidak boleh kurang dari 0,15 m/detik. Temperature area pouring telah dikaji di dalam IBPR perusahaan dengan kategori bahaya tinggi, perusahaan juga telah berupaya menerapkan pengendalian berupa engineering control yaitu pemasangan ventilasi mekanik turbine cyclone. Akan tetapi masih belum diketahui mengapa suhu di area pouring masih tetap tinggi walaupun telah dilakukan engineering control. Berdasarkan masalah-masalah tersebut, dilakukan penelitian untuk mengevaluasi kondisi ventilasi mekanik eksisting pada area pouring di perusahaan pengecoran logam. Untuk mengetahui hasil evaluasi ventilasi maka perlu dilakukan pula evaluasi kondisi kenyamanan termal saat ini. Selanjutnya setelah mengetahui hasil evaluasi kondisi kenyamanan termal maka akan dilakukan pembuatan peta kontur dari hasil pengukuran kenyamanan termal yaitu temperature udara kering, kelembaban, dan kecepatan angin. Hal ini diperlukan supaya dapat menciptakan lingkungan kerja yang aman dan sehat bagi para pekerja.

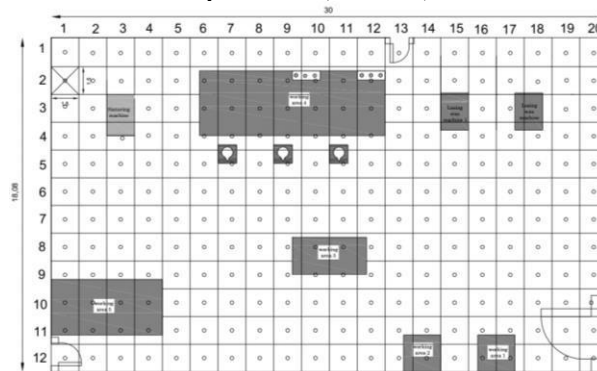
2. METODE

Berisi penjelasan tentang bagaimana metode penelitian yang akan dilaksanakan pada evaluasi kenyamanan termal dan sistem ventilasi mekanik. Pengambilan data dilakukan selama 3 hari pada pukul 08.00, 13.00, dan 16.00 WIB diarea *pouring* atau yang biasa disebut area pengecoran logam. Data yang diambil pada penelitian ini adalah temperature udara kering, kelembaban, dan kecepatan angin. Area pouring memiliki luas 30 m x 18,08 meter, dengan 2 buah turbine cyclone yang telah terpasang. Berikut adalah denah area yang akan diukur.



Gambar 1. Denah Area yang Akan Diukur

Pengambilan data dilakukan pada 240 titik yang tersebar merata di area *pouring* dengan menggunakan alat Wet Bulb Globe Temperature (WBGT) meter dan anemometer.



Gambar 2. Lay-out pengukuran

WBGT meter digunakan untuk mengukur temperature udara kering dan kelembaban, sedangkan anemometer digunakan untuk mengukur kecepatan udara pada area *pouring* serta kecepatan udara yang dihasilkan *turbine cyclone*. Berikut adalah tata cara pengukuran faktor kenyamanan termal:

1. Pengukuran temperatur udara dan kelembaban udara

Pengukuran dilakukan menggunakan alat WBGT (wet bulb globe temperature index) meter. Pengukuran ini mengacu pada standar SNI 7061:2019. Proses pengambilan data adalah sebagai berikut:

- Menyalakan alat ukur WBGT meter.
- Pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali yaitu pukul 08.00, 13.00, 17.00 selama tiga hari.
- Pengukuran dilakukan kurang lebih 1-meter dari lantai.
- Diamkan alat selama kurang lebih 10 menit untuk menyesuaikan dengan kondisi lingkungan yang akan diukur.
- Pengukuran juga dilakukan di luar ruangan.

2. Pengukuran kecepatan aliran udara

Alat yang digunakan dalam mengukur kecepatan aliran udara adalah anemometer. Pengukuran kecepatan udara dilakukan untuk mengetahui apakah kecepatan aliran udara di area *pouring* telah sesuai dengan ketentuan SNI-6572-2001. Proses pengambilan data adalah sebagai

berikut:

- Sebelum mengaktifkan anemometer, pastikan bahwa kipasnya berada dalam keadaan diam terlebih dahulu. Pastikan bagian yang digunakan adalah bagian depan kipas dari anemometer.
- Pastikan bagian yang digunakan adalah bagian depan dari kipas pada anemometer.
- Arahkan bagian depan kipas anemometer ke titik di mana Anda ingin mengukur kecepatan aliran udara. Pastikan bahwa arah aliran yang ingin diukur berada tegak lurus terhadap bagian depan anemometer. Lihat dan pastikan arah putaran kipas pada anemometer, bila berlawanan arah jarum jam berarti titik yang diukur merupakan supply dan sebaliknya.
- Periksa dan pastikan arah putaran kipas pada anemometer. Jika berputar berlawanan arah jarum jam, itu menunjukkan bahwa titik yang diukur adalah sumber aliran udara, dan sebaliknya.

Selanjutnya, hasil pengukuran akan dituangkan dalam pembuatan peta kontur. Peta ini difungsikan sebagai petunjuk titik mana yang memiliki ketidaksesuaian dengan standar dan dapat mempermudah dalam melakukan perbaikan lingkungan kerja.

Setelah membuat peta kontur, selanjutnya adalah tahap dievaluasi. Acuan dari evaluasi kenyamanan termal adalah SNI 03-6572-2001. Faktor kenyamanan termal yang akan dievaluasi adalah temperatur udara, kelembaban udara dan kecepatan aliran angin.

Untuk menilai ventilasi sesuai dengan panduan SNI 03-6572-2001, perlu dilakukan perhitungan pergantian udara per jam dengan menggunakan rumus berikut:

$$ACH = \frac{GVR}{L_{ruangan} \times T_{ruangan}}$$

Selanjutnya perlu dilakukan perhitungan volume udara untuk setiap orang dengan rumus sebagai Berikut:

$$\text{Volume udara per orang} = \frac{GVR}{\text{Jumlah pekerja}}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengukuran

Pengukuran dilakukan pada tanggal 25-27 Mei 2023 di area pouring pada perusahaan pengecoran logam dengan tiga waktu pengambilan data, yaitu pukul 08.00, 13.00, dan 16.00 WIB. Pengukuran dilakukan dalam kondisi cuaca cerah tanpa adanya mendung ataupun hujan. Hasil pengukuran temperature kering menunjukkan rentang temperatur kering pada pukul 08.00 adalah 36,2 °C – 39,5 °C dengan rata-rata temperatur yaitu 37,8 °C, pukul 13.00 adalah 37,8 °C – 42,1 °C dengan rata-rata temperature yaitu 40°C, dan pada pukul 16.00 adalah 36,5 °C – 41,1 dengan rata-rata temperature yaitu 38,9 °C. Dari hasil pengukuran diperoleh rata-rata temperature tertinggi tercatat pada tengah hari, yaitu pukul 13.00 dengan temperatur rata-rata mencapai 40 °C. Sementara itu, rata-rata temperatur terendah tercatat pada waktu pagi hari, yaitu pada pukul 08.00 dengan rata-rata temperature mencapai 37,8 °C.

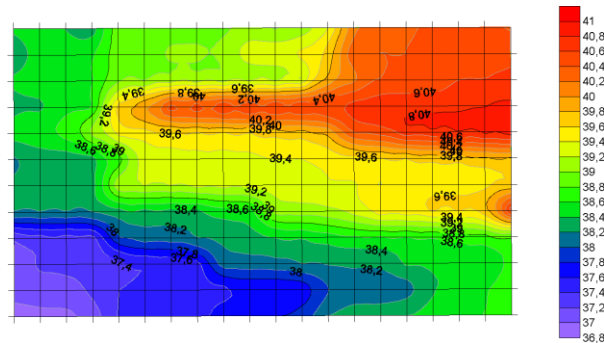
Hasil pengukuran kelembaban didapatkan rentang kelembaban pada pukul 08.00 adalah 51% – 60% dengan rata-rata kelembaban yaitu 55%, pukul 13.00 adalah 48% – 59% dengan rata-rata kelembaban yaitu 51%, dan pada pukul 16.00 adalah 49% – 60% dengan rata-rata kelembaban yaitu 53%. Dari hasil pengukuran diperoleh rata-rata kelembaban tertinggi tercatat pada pagi hari, yaitu pukul 08.00 dengan kelembaban rata-rata mencapai 55%. Sementara itu, rata-rata kelembaban terendah tercatat pada waktu siang hari, yaitu pada pukul 13.00 dengan rata-rata kelembaban mencapai 51%.

Hasil pengukuran kecepatan angin didapatkan rentang kecepatan angin pada pukul 08.00

adalah 0 – 1,77 m/s dengan rata-rata kecepatan angin yaitu 0,19 m/s, pukul 13.00 adalah 0-1,8 m/s dengan rata-rata kecepatan angin yaitu 0,2 m/s, dan pada pukul 16.00 adalah 0 – 1,63 m/s dengan rata-rata kecepatan angin yaitu 0,17 m/s. Dari hasil pengukuran diperoleh rata-rata kecepatan angin tertinggi tercatat pada siang hari, yaitu pukul 13.00 dengan rata-rata mencapai 1,8 m/s. Sementara itu, rata-rata kecepatan angin terendah tercatat pada waktu sore hari, yaitu pada pukul 16.00 dengan rata-rata mencapai 1,63 m/s.

Peta Kontur

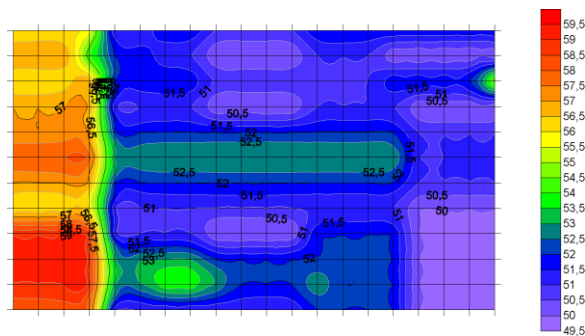
1) Temperatur Kering



Gambar 4. Peta Kontur Temperatur Kering

Gambar 4 menggambarkan sebaran temperatur diarea pouring. Titik terpanas digambarkan dengan warna merah dengan temperature sebesar 40°C - 41°C. dari gambar dapat diketahui bahwa temperature tertinggi berada pada area mesin furnace dan mesin recycle wax. Mesin furnace berfungsi untuk memanaskan logam hingga mencapai suhu yang diperlukan untuk proses peleburan. Sementara itu, mesin recycle wax juga berkontribusi terhadap peningkatan suhu di area pouring. Mesin ini digunakan untuk mendaur ulang bahan wax yang digunakan dalam proses pengecoran logam. Proses ini melibatkan pemanasan wax, sehingga suhu di sekitar mesin recycle wax menjadi tinggi.

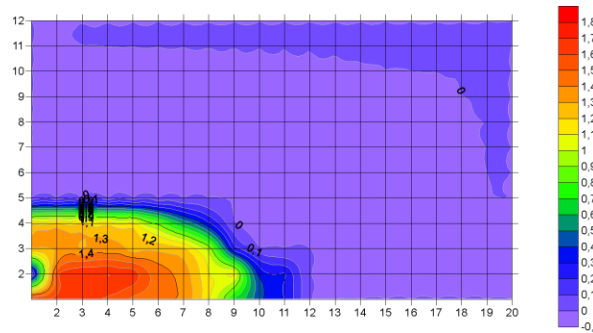
2) Kelembaban



Gambar 5. Peta Kontur Kelembaban

Gambar 5 menunjukkan peta kontur kelembaban diarea pouring, dengan penggambaran warna merah sebagai titik kelembaban tertinggi. Pada pemetaan kelembaban diketahui bahwa area yang memiliki kelembaban tertinggi terletak pada area kerja 5. Hal ini dikarenakan terdapat area heat treatment untuk cetakan keramik, pada area heat treatment terdapat kolam berisi air yang difungsikan untuk merendam keramik. Jika dilihat berdasarkan titik pengukuran, nilai kelembaban relatif pada area kerja nomer 5 memiliki rentang yang jauh dengan standar SNI 03-6572-2001. Oleh karena itu penting sekali untuk memperhatikan area kerja nomer 5 yang memiliki kelembaban tinggi. Hal ini mengingat jika kelembaban relative diarea kerja memiliki nilai yang tinggi pekerja akan merasa tidak nyaman jika bekerja dalam jangka waktu yang lama.

3) Kecepatan Angin



Gambar 6. Peta Kontur Kecepatan Udara

Dari gambar 6 dapat diketahui bahwa hanya sedikit area yang memiliki pergerakan udara. Kecepatan udara paling besar digambarkan dengan warna merah yang memiliki nilai 1,8 m/s. Pergerakan udara hanya terjadi di area yang berada didekat pintu, selebihnya tidak ada pergerakan udara didalam ruangan. Pergerakan udara yang terbatas menandakan bahwa sistem ventilasi masih belum mampu untuk menyediakan sirkulasi udara yang memadai di seluruh area pouring. Hal ini dapat mengakibatkan akumulasi panas, kelembaban, atau kontaminan lain yang dapat memengaruhi kenyamanan dan Kesehatan karyawan.

Evaluasi Kondisi Kenyamanan Termal

Berikut tabel rata-rata hasil pengukuran yang telah diperoleh.

Tabel 1. Hasil Rata-Rata Pengukuran

Temperatur Udara Kering (°C)	Kelembaban Udara (%)	Kecepatan Angin (m/s)
38,9	52	0,19

1. Temperatur udara kering

Salah satu faktor kenyamanan termal adalah temperatur udara kering, berdasarkan SNI 03-6572-2001 kenyamanan termal pada daerah tropis dapat dibagi menjadi 3, yaitu:

- Sejuk nyaman, antara temperatur efektif 20,5 °C - 22,8 °C.
- Nyaman optimal, antara temperatur efektif 22,8 °C - 25,8 °C.
- Hangat nyaman, antara temperatur efektif 25,80 °C - 27,10 °C.

Berdasarkan tabel 1 hasil pengukuran temperature udara kering dengan nilai 38,9 °C, dapat diambil kesimpulan bahwa temperature tersebut di luar rentang kenyamanan yang ditetapkan oleh SNI 03-6572-2001 untuk daerah tropis. Suhu udara yang terlalu tinggi dapat memberikan ketidaknyamanan bagi individu yang berada dalam lingkungan tersebut.

Adanya Adanya suhu udara yang melebihi batas kenyamanan dapat menyebabkan dampak negatif pada kesehatan dan kinerja manusia. Individu dapat merasa kelelahan, dehidrasi, dan sulit berkonsentrasi. Selain itu, suhu udara yang tinggi juga dapat meningkatkan risiko terjadinya heatstroke atau kelelahan panas⁹.

2. Kelembaban

Faktor lain yang menjadi syarat kenyamanan termal pada SNI 03-6572-2001 adalah kelembaban udara. Berdasarkan standar SNI SNI 03-6572-2001 kriteria kelembaban udara relatif supaya faktor kenyamanan termal tetap terjaga adalah untuk daerah tropis, kelembaban udara relatif yang dianjurkan antara 40% - 50%, tetapi untuk ruangan yang jumlah orangnya padat seperti ruang pertemuan, kelembaban udara relatif masih diperbolehkan berkisar antara 55% - 60%.

Berdasarkan tabel 1 diketahui bahwa rata-rata kelembaban di area pouring sebesar 52%.

Area pouring merupakan area penuangan yang didalamnya terdapat 10 pekerja, maka dari itu ruangan ini tidak termasuk dalam kategori ruangan dengan jumlah orang yang padat. Sehingga dapat disimpulkan bahwa angka tersebut sedikit melebihi batas atas yang dianjurkan dalam standar SNI SNI 03-6572-2001. Meskipun kelembaban udara relative pada area peleburan sedikit melebihi batas yang dianjurkan, akan tetapi kelembaban ini tidak terlalu mengganggu kenyamanan termal karena perbedaan yang tidak signifikan. Akan tetapi penting untuk dilakukan pemantauan kondisi kelembaban udara serta faktor lain agar sesuai dengan standar yang ditetapkan.

3. Kecepatan Angin

Faktor terakhir yang menjadi kriteria kenyamanan termal adalah kecepatan udara. Berdasarkan SNI 03-6572-2001, kecepatan udara yang disarankan untuk mempertahankan kondisi nyaman adalah tidak lebih besar dari 0,25 m/detik pada daerah di atas kepala, dan sebaiknya lebih kecil dari 0,15 m/detik. Akan tetapi kecepatan udara ini dapat lebih besar dari 0,25 m/detik tergantung dari temperature udara kering, dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Standar Kecepatan udara dan kesejukan

Kecepatan udara, m/detik	0,1	0,2	0,25	0,3	0,35
Temperatur udara kering	25	26,8	26,9	27,1	27,2

Sumber: SNI 03-6572-2001

Dari tabel 4.5 dapat diketahui bahwa semakin besar angka temperature kering, maka akan semakin besar pula nilai kecepatan udaranya. Hasil rata-rata kecepatan udara diarea pouring menunjukkan hasil 0,19 m/s. Nilai temperature kering pada area pouring sebesar 38,9 °C, maka untuk mempertahankan kenyamanan termal berdasarkan tabel 4.5 pada area pouring perlu dilakukan penurunan temperatur udara kering menjadi setidaknya 26,8°C.

Evaluasi Ventilasi Mekanik

1. Pergantian Udara Per Jam

Nilai pergantian udara per jam didapatkan melalui persamaan

$$GVR = 230 \text{ cfm}$$

$$\text{Luas ruangan} = 542,4 \text{ m}^2$$

$$\text{Tinggi ruangan} = 6 \text{ m}^2$$

$$ACH = \frac{GVR}{L_{ruangan} \times T_{ruangan}}$$

$$GVR = 230 \text{ cfm} = \frac{420}{60} \text{ cmh}$$

$$ACH = \frac{420}{542,4 \times 6}$$

$$ACH = 0,13$$

$$ACH \approx 1 \text{ kali/jam}$$

Jumlah pergantian udara per jam ditetapkan oleh SNI 03-6572-2001 untuk bangunan pabrik adalah 6 kali per jam, sehingga jumlah pergantian udara pada area *pouring* belum memenuhi ketentuan SNI.

2. Volume Udara Per Orang

Nilai aliran udara per unit luas dapat didapatkan melalui persamaan

$$GVR = 230 \text{ cfm} = 7 \text{ cmm}$$

$$\text{Jumlah pekerja} = 10 \text{ orang}$$

$$\text{Volume udara per orang} = \frac{GVR}{\text{Jumlah pekerja}}$$

$$\text{Volume udara per orang} = \frac{7}{10}$$

$$\text{Volume udara per orang} = 0,7 \text{ m}^3/\text{min/orang}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan bahwa volume udara per orang di area *pouring* sebesar 0,7 m³/min/orang. Dalam standart yang ditetapkan SNI 03-6572-2001 untuk industri dengan aktivitas tinggi nilai minimalnya adalah 0,60 m³/min/orang. Hal ini berarti volume udara per orang pada area *pouring* telah terpenuhi

Rekomendasi

Hasil evalausi menunjukkan bahwa nilai kenyamanan termal dan nilai pertukaran udara setiap jam pada area *pouring* masih belum memenuhi standar SNI 03-6572-2001, maka dari itu perlu dilakukan perbaikan supaya area kerja tidak menimbulkan efek negative bagi para pekerja. rekomendasi perbaikan yang dapat dilakukan adalahh dengan menambah sistem ventilasi mekanik berupa exhaust fan, blower, atau mesin pengkondisian udara. Selain itu perbaikan yang dapat dilakukan adalah dengan mengatur kebijakan jam kerja dan juga penyediaan air minum untuk memenuhi kebutuhan cairan pekerja, mengingat temperature diarea *pouring* tinggi. Dikarenakan temperature yang tinggi dan kelembaban sedikit melebihi standar SNI 03-6572-2001, maka penting untuk menggunakan pakaian yang dapat menyerap keringat dengan baik.

3. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil evaluasi yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa ventilasi mekanik yang ada diarea *pouring* pada perusahaan pengecoran logam belum memenuhi standar SNI 03-6572-2001. Hal ini dikarenakan faktor kenyamanan termal dan nilai pertukaran udara tiap jam pada area *pouring* belum memenuhi standar. Maka dari itu perlu dilakukan Tindakan perbaikan seperti penmabhan jumlah ventilasi mekanik.

4. DAFTAR NOTASI

ACH = jumlah pergantian udara per jam (udara/jam)

GVR = laju ventilasi (cmh/m²)

L_ruangan = Luas Ruangan (m²)

T_ruangan = Tinggi ruangan (m²)

5. DAFTAR PUSTAKA

Badan Standarisasi Nasional. 2001. SNI 03-6572-2001. Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi Dan Pengkondisian Udara Pada Bangunan Gedung, BSN: Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional. 2004. SNI 7061:2019. Pengukuran dan Evaluasi Iklim Kerja, BSN: Jakarta.

Fathurocman, dan Elty Sarvia, 2021, Evaluasi Kondisi Lingkungan Fisik Kerja Dan Heat Stress dengan WBGT Index Pada Stasiun Casting. Jurnal Ergonomi Indonesia, Vol.07, No.01, 17-27.

Imran, R.A, 2020, Identifikasi Hazard Pada Proses Produksi Billet Pada Area Tungku Peleburan Dengan Metode Hirarc (Studi Kasus: PT.XYZ), Jurnal Ilmiah Teknik Industri, Vol. 8 No. 3, 153-160.

Inayah. A, Tien Zubaidah, dan Maharso, 2016, Korelasi Iklim Kerja Dengan Kecelakaan Kerja Di Pt Japfa Comfeed Indonesia Tbk Bati-Bati Kalimantan Selatan. Jurnal Kesehatan Lingkungan, Vol. 13 No. 2, 355-360.

Pandiangan, Huda, dan A. Jabar M. Rambe, 2013, Analisis Perancangan Sistem Ventilasi Dalam Meningkatkan Kenyamanan Termal Pekerja Di Ruang Formulasi PT XYZ, e-Jurnal

Teknik Industri FT USU, Vol. 1., No. 1, pp. 1-6.

PPNS (Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya), 2017, Analisis Kenyamanan Termal dan Faktor Individu terhadap Infeksi Saluran Kemih pada Pekerja Perusahaan Peleburan Baja, Proceeding 1st Conference on Safety Engineering and Its Application, Surabaya, Indonesia Agustus 2017. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.

Sativa, Putri Salsa Adilline, 2021, Evaluasi Kenyamanan Termal Ruang Kuliah IKIP PGRI Wates Kulon Progo DIY. *INERSIA*, Vol.17, No.2, 165-174.

Universitas Jember, 2019, Paparan Tekanan Panas Dan Keluhan Heat Stress Pada Pekerja Di Proyek Pembangunan Gedung Agrotecnopark Universitas Jember, Digital Repository Universitas Jember, Jember, Indonesia 2019, Universitas Jember.

Universitas Wahid Hasyim, 2018, Pemetaan Paparan Panas Pada Bagian Produksi Boy's Cake & Bakery Dengan Software Surfer, Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi, Semarang, Indonesia 18 Juli 2018, Universitas Wahid Hasyim.