

ANALISIS DESAIN VENTILASI UDARA TERHADAP KELAYAKAN KENYAMANAN PADA RUANG PRODUKSI PT.AAA

Siti Aminah¹, Eddy Priyanto², Hasti Suprihatin³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gresik

Email: ¹aminahs376@gmail.com

Abstract

Ventilation as a building's air conditioning system has an important role in controlling temperature, air humidity, air quality and air movement. The function of ventilation, apart from producing clean air, also functions to remove polluting gases (contaminants). This research is entitled "Analysis of Air Ventilation Design on Comfort Feasibility in PT. AAA" which aims to provide comfort, improve industrial hygiene and reduce Acute Respiratory Infection diseases in employees which are caused by one of the chemicals in the form of Volatile Organic Compound (VOC). The method used in this research is a quantitative method with a descriptive approach. By using GVR calculations in accordance with SNI standards regarding procedures for designing ventilation systems (SNI 03-6572 (2001)). This research was carried out using an anemometer and an air quality detector to find wind speed, temperature and air quality values. The research results from a room area of 22 m² with a total of 5 employees and 1 exhaust fan and 1 AC had a room temperature of 30°C and humidity of 54%, indicating that the room was less comfortable. The existing ventilation in a room measuring 22 m² shows that the air ventilation in the production room does not meet existing standards, which should have a total ventilation area of 10% of the floor area, namely 2.2 m². So in this case it requires additional natural ventilation in the form of casement windows with a size of 0.6x1.5, 2 pieces and also replace the exhaust fan with a size of 0.7x0.7 m, 1 piece.

Keywords: Acute Respiratory Infection, Industrial hygiene, Production Room, SNI 6572-2001, Ventilation

1. Pendahuluan

Dalam upaya memenuhi berbagai jenis kenyamanan, sistem tata udara pada bangunan memiliki peran untuk mentukan dalam mengendalikan suhu, kelembaban udara, kualitas udara, dan pergerakan udara. Unsur kenyamanan mencakup kenyamanan termal dan visual, serta kualitas udara dalam ruangan [1]. Semua ini dipengaruhi oleh berbagai elemen yang ada dalam ruangan, termasuk fungsi ruangan dan sistem tata udaranya. Ruang produksi PT. AAA yang bergerak dalam bidang percetakan dengan luas 22 m² tanpa ventilasi, dilengkapi dengan 1 buah AC serta exhaust fan berukuran 50x50 cm. Memiliki bau bahan kimia yang sangat menyegat dihasilkan dari mesin pencetak yang berunsur karbon dari bahan *Volatile Organic Compound* (VOC) .

Salah satu jenis VOC beracun yaitu jenis xylene yang menjadi salah satu Komponen utama untuk pigmen warna hitam pada tinta yang dapat menghasilkan bau yang sangat menyengat. Bahan ini mengandung karbon dan bahan pendukung yang mudah menguap pada tekanan dan suhu tertentu, yang dapat mencemari udara dan menyebabkan Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA).

Kondisi yang terjadi karena bau zat kimia dalam ruangan cenderung terakumulasi dan terperangkap karena kurangnya saluran pertukaran udara antara udara dalam dan luar ruangan. Kebutuhan udara segar yang baik untuk kesehatan berkisar 7 l/s per orang [2]. Standar ukuran ventilasi yang berkisar antara 10% sampai 20% dapat ditingkatkan sampai mencapai 40% dari luasan lantai [3].

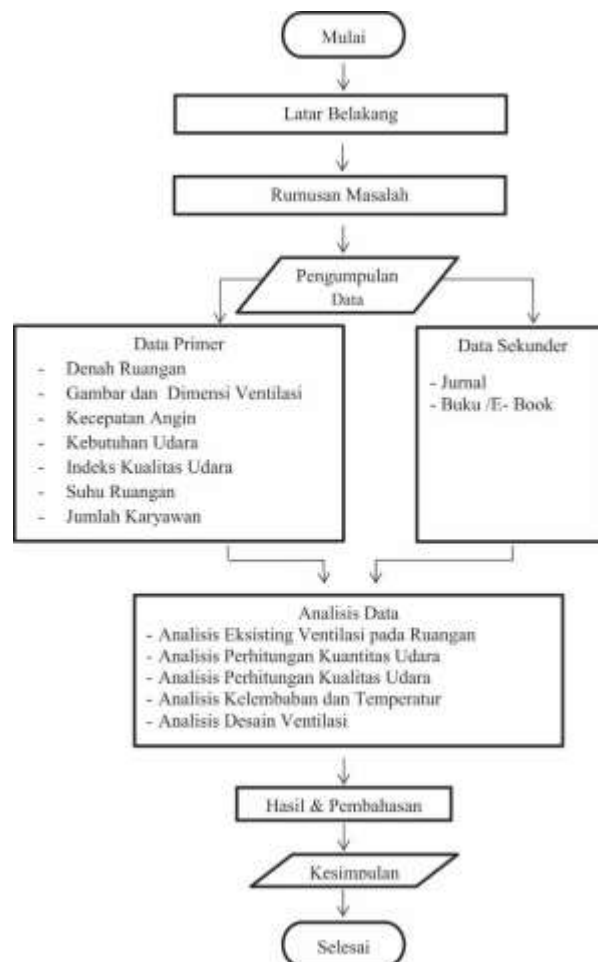
Oleh karena itu penelitian mengenai analisis desain ventilasi di ruang produksi ini penting untuk dilakukan. Hal ini guna mengukur kelayakan kenyamanan ventilasi di ruang produksi agar pekerja merasa nyaman dan meminimalisir terjadi nya penyakit pernafasan.

2. Metode

Penelitian ini dilakukan di ruang produksi salah satu perusahaan percetakan di Gresik. Berlokasi di Jl. Jaksa Agung Suprpto No. 37, Sumursongo, Sidokumpul, Kec. Gresik, Kab. Gresik, Jawa Timur 61111 titik koordinat 7°09'41"S 112°39'04"E. Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan deskriptif. Data penelitian diperoleh melalui percobaan atau pengukuran secara langsung menggunakan alat bernama anemometer dan air quality detector. Penelitian ini menguji variabel terikat, berdasarkan objek penelitian dipengaruhi oleh variabel desain yaitu kecepatan udara dalam ruangan. Penelitian ini menggunakan perhitungan GVR sesuai dengan standar SNI tentang tata cara perancangan sistem ventilasi (SNI 03-6572(2001)).

Teknik pengumpulan data melalui data primer dengan melakukan observasi, wawancara dan juga dokumentasi. Studi kepustakaan, buku, karya ilmiah, skripsi, arsip tertulis yang berhubungan dengan objek merupakan data sekunder untuk mempermudah peneliti mengumpulkan data-data dan menganalisis hasil dari penelitian ini. Analisis data dengan menggunakan a) analisis eksisting ventilasi pada ruangan b) analisis perhitungan kuantitas udara c) analisis perhitungan kualitas udara d) analisis temperatur dan kelembaban e) analisis desain ventilasi.

Flowchart atau alur penelitian

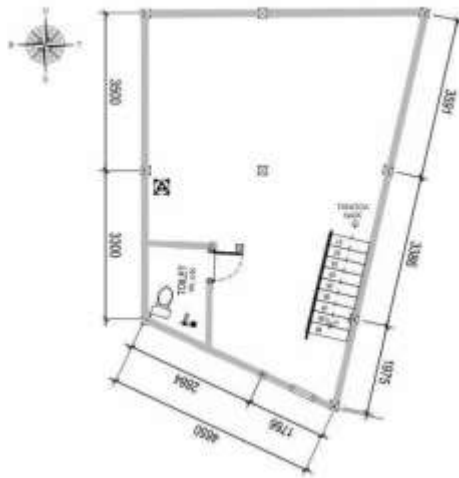


3. Hasil dan Pembahasan

Analisis Eksisting Ruangan

PT. AAA mempunyai 2 lantai yang terdiri dari 3 ruangan. Penelitian saat ini hanya dilakukan pada ruang produksi di lantai 1 yang berjumlah 5 orang. Kondisi ventilasi di PT. AAA terdapat 2

jenis, yaitu: ventilasi mekanik dan ventilasi alamiah. Ventilasi mekanik yang digunakan pada ruangan produksi PT. AAA berupa *exhaust fan* 1 buah dengan ukuran 0,5x0,5 m dan *Air Conditioner* (AC) berjumlah 1 buah. Dalam ruangan ini ventilasi alami berupa jendela sudah tidak di pergunakan.



Gambar 1. Denah ruang produksi

Analisis Perhitungan Kuantitas Udara

Dalam analisis ini peneliti mengukur kuantitas udara yang ada di ruang produksi menggunakan alat anemometer. Hasil analisis dapat dilihat di tabel 1.



Gambar 2. Alat anemometer

Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data pengukuran ventilasi

No	Titik Pengukuran		Luas Ventilasi (M ²)	Air Flow (m/s)				Keterangan
	X	Y		1	2	3	$\bar{x}$	
1	Jendela	1	0,2	0,00	0,00	0,00	0,00	Tertutup
2	Jendela	2	0,2	0,00	0,00	0,00	0,00	Tertutup
3	Pintu	1	2,5	0,00	0,2	0,00	0,067	Terbuka (Didalam Ruangan)
4	Pintu	2	2,5	0,00	0,2	0,00	0,067	Terbuka (Didalam Ruangan)
5	Exhaust	1	0,25	0,00	0,00	0,00	0,000	Terbuka (Didalam Ruangan)
6	AC	1	0,035	0,25	0,3	0,45	0,33	Terbuka (Didalam Ruangan)

Sumber: Analisa Penulis, 2024

Dari hasil pengukuran tersebut dapat di hitung setiap komponen menggunakan rumus

$$Q = CV.A.V \quad \dots\dots\dots (1)$$

- 1) Jendela 1
 $Q = 0,5 \cdot 0,2 \text{ m}^2 \cdot 0 \text{ m/detik} = 0 \text{ m}^3 / \text{detik}$
- 2) Jendela 2
 $Q = 0,5 \cdot 0,2 \text{ m}^2 \cdot 0 \text{ m/detik} = 0 \text{ m}^3 / \text{detik}$
- 3) Pintu 1
 $Q = 0,5 \cdot 2,5 \text{ m}^2 \cdot 0,067 \text{ m/detik} = 0,084 \text{ m}^3 / \text{detik}$
- 4) Pintu 2
 $Q = 0,5 \cdot 2,5 \text{ m}^2 \cdot 0,067 \text{ m/detik} = 0,0837 \text{ m}^3 / \text{detik}$
- 5) Exhaust
 $Q = 0,5 \cdot 0,25 \text{ m}^2 \cdot 0,0 \text{ m/detik} = 0 \text{ m}^3 / \text{detik}$
- 6) AC
 $Q = 0,5 \cdot 0,125 \text{ m}^2 \cdot 0,33 \text{ m/detik} = 0,0206 \text{ m}^3 / \text{detik}$

Perhitungan general ventilation rate (Q) dari setiap komponen. Pada perhitungan tersebut didapatkan total GVR sebesar 0,1883 m³/detik atau sebesar 11,298 m³ / menit atau sebesar 677,88 m³ / jam.

Analisis Perhitungan Kualitas Udara

Hasil dari perhitungan kuantitas udara berhubungan dengan perhitungan kualitas udara. Ada beberapa tahap dalam perhitungannya.

- 1) Pergantian udara per jam (air change per hour) (2)

GVR : Volume ruangan =kali/jam

Diketahui =

GVR = 677,88 m³ / jam

Volume ruangan = 120,4 m³

Dari nilai GVR dibagi volume didapatkan hasil 5,63 kali/jam. Sesuai dengan tabel 2 SNI pergantian udara perjam tipe pabrik standart yang harus di penuhi 6 kali/jam.

Tabel 2. Pergantian udara perjam

Tipe	Catu udara segar minimum	
	Pertukaran udara perjam	m ³ /jam per orang
Kantor	6	18
Restoran/kantin	6	18
Toko, pasar swalayan	6	18
Pabrik, bengkel	6	18
Kelas, bioskop	8	

Sumber: SNI 03-6572 (2001) [5]

- 2) Waktu setiap pergantian udara (3)

Volume ruangan : GVR =menit

Diketahui =

Volume ruangan = 120,4 m³

GVR = 11,298 m³ / menit

Dalam perhitungan ini dilakukan dengan membagi nilai volume dengan GVR dan didapatkan hasil 10,65 menit

- 3) Aliran udara per unit luas area (air floor per unit floor area) (4)

Diketahui =

GVR = 11,298 m³ / menit

Luas ruangan = 22 m²

Setelah dilakukan perhitungan aliran udara per unit area didapatkan hasil sebesar 0,513 m/menit

- 4) Volume udara setiap orang (air volume per person)..... (5)

Diketahui =

GVR = 11,298 m³ / menit

Jumlah orang = 5

Sehingga dari perhitungan volume udara setiap orang mendapatkan hasil sebesar 2,259 (m³/menit)/orang. Kebutuhan laju udara per orang dengan gedung ruang kerja (ruang duplikasi/cetak foto) sesuai dengan SNI sudah memenuhi standart.

Tabel 3. Kebutuhan laju udara ventilasi

Fungsi gedung	Satuan	Kebutuhan udara luar	
		Merokok	Tidak merokok
9. Ruang hiburan.			
a. Disco & bowling.	(m ³ /min)/orang	-	0,21
b. Lantai gerak, gymnasium.	(m ³ /min)/orang	-	0,60
c. Ruang penonton.	(m ³ /min)/orang	1,05	0,21
d. Ruang bermain.	(m ³ /min)/orang	1,05	0,21
e. Kolam renang.	(m ³ /min)/m ²	-	0,15
10. Teater.			
a. Loket	(m ³ /min)/orang	0,60	0,15
b. Lobi & Lounge.	(m ³ /min)/orang	1,05	0,21
c. Panggung & studio.	(m ³ /min)/orang	-	0,30
11. Transportasi			
Ruang tunggu, peron, dsb.	(m ³ /min)/orang	1,05	0,21
12. Ruang kerja.			
a. Proses makanan	(m ³ /min)/orang	-	0,15
b. Khazanah Bank	(m ³ /min)/orang	-	0,15
c. Farmasi	(m ³ /min)/orang	-	0,21
d. Studio Fotografi.	(m ³ /min)/orang	-	0,21
e. Ruang gelap.	(m ³ /min)/orang	-	0,60
f. Ruang duplikasi/cetak foto.	(m ³ /min)/orang	-	0,15

Sumber: SNI 03-6572 (2001) [5]

Selain perhitungan yang sudah dilakukan penelitian ini juga menghitung kualitas udara ditinjau dari gas yang terkandung. Menggunakan alat berupa *air quality control*.

Gambar 3. Air quality control



Hasil dari penelitian alat *air quality control* bisa di lihat pada tabel 4.

Tabel 4. Pengukuran air Quality Detector

No	Waktu Penelitian (WIB)	Gas yang dikandung					
		HCHO (mg/m ³)	TVOC (mg/m ³)	PM 2.5 (µg/m ³)	PM 10 (µg/m ³)	CO (ppm)	CO ₂ (ppm)
1.	08.00-09.00	183	0	26	34	0	0
2.	09.00 – 10.00	5	0	21	27	0	0
3.	10.00 – 11.00	1.999	1.999	22	28	687	408
4.	11.00 – 12.00	1.999	1.999	22	28	686	422
5.	12.00 – 13.00	1.999	1.999	21	27	687	405
6.	13.00 – 14.00	1.999	1.999	27	35	686	415
7.	14.00 – 15.00	1.999	1.999	25	33	686	416

No	Waktu Penelitian (WIB)	HCHO (mg/m ³)	Gas yang dikandung				
			TVOC (mg/m ³)	PM 2.5 (µg/m ³)	PM 10 (µg/m ³)	CO (ppm)	CO ₂ (ppm)
8.	15.00 – 16.00	1.999	1.999	25	33	687	420
9.	16.00 – 17.00	1.999	1.999	27	36	688	415
10.	17.00 – 18.00	1.999	1.999	24	32	687	421
11.	18.00 – 19.00	1.999	1.999	25	33	688	422
12.	19.00 – 20.00	1.999	1.999	22	29	685	415
13.	20.00 – 21.00	1.999	1.999	22	27	686	410

Sumber : Analisa Penulis, 2024

Dari data tabel 4 dapat di perhitungakn menggunakan rumus ISPU :

1. Perhitungan PM 2,5

$$\begin{aligned} \text{ISPU terhitung (I)} &= \frac{Ia-Ib}{Xa-Xb} (Xx - Xb) + Ib \\ &= \frac{100-50}{55.4-15.5} (22 - 15.5) + 50 \\ &= 58,1 \mu\text{g/m}^3 \end{aligned}$$

2. Perhitungan PM 25

$$\begin{aligned} \text{ISPU terhitung (I)} &= \frac{Ia-Ib}{Xa-Xb} (Xx - Xb) + Ib \\ &= \frac{100-50}{150-50} (31 - 50) + 50 \\ &= 40,5 \mu\text{g/m}^3 \end{aligned}$$

3. Perhitungan CO

$$\begin{aligned} \text{ISPU terhitung (I)} &= \frac{Ia-Ib}{Xa-Xb} (Xx - Xb) + Ib \\ &= \frac{100-50}{8000-4000} (581000 - 4000) + 50 \\ &= 7262,5 \mu\text{g/m}^3 \end{aligned}$$

Rentang ISPU PM 2,5 58,1 µg/m³, PM 10 40,5 µg/m³, CO 7262,5 µg/m³ Sesuai dengan tabel indeks standar pencemaran udara masih tergolong ke kategori sedang dengan tingkat udara masih dapat diterima pada kesehatan manusia, hewan dan tumbuhan. Bisa di lihat pada tabel 5.

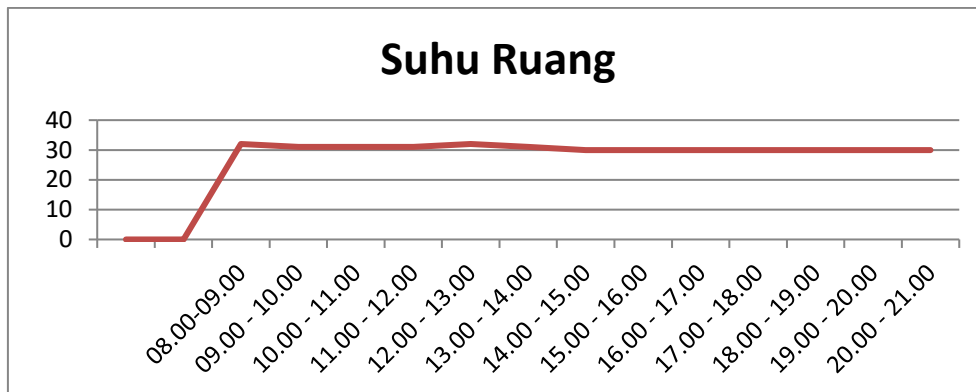
Tabel 5. Indeks standar pencemaran udara

Rentang	Kategori	Penjelasan
1-50	Baik	Tingkat mutu udara baik, tidak memberikan efek buruk terhadap manusia, hewan dan tumbuhan
51-100	Sedang	Tingkat mutu udara masih dapat diterima pada kesehatan manusia, hewan dan tumbuhan
101-200	Tidak sehat	Tingkat mutu udara yang bersifat merugikan pada manusia, hewan dan tumbuhan.
201-300	Sangat tidak sehat	Tingkat mutu udara yang dapat meningkatkan resiko kesehatan pada sejumlah segmen populasi yang terpapar
300+	Berbahaya	Tingkat mutu udara yang dapat merugikan kesehatan serius pada populasi dan perlu penanganan cepat.

Sumber : permen LHK no. 14, 2020 [6]

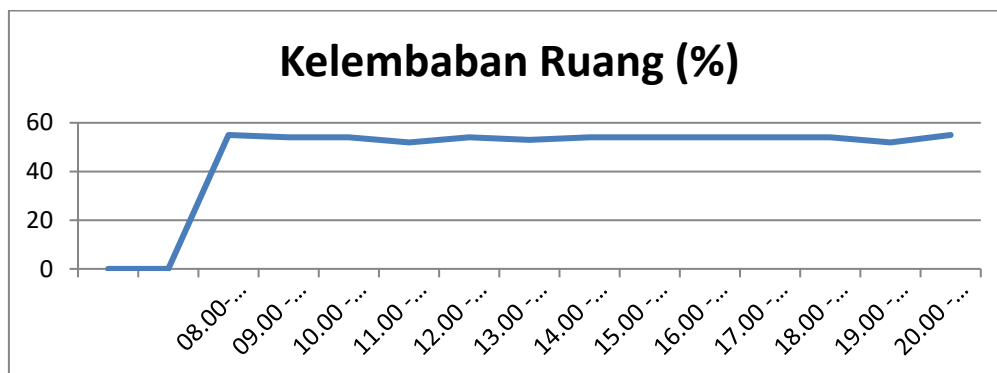
Analisis Temperatur dan Kelembaban

Dalam tahapan ini mengukur temperatur dan kelembaban udara dapat menggunakan alat yang sama dengan pengukuran kecepatan angin.



Grafik 1. Data suhu ruangan

dari grafik hasil penelitian didapatkan temperatur atau suhu rata-rata mulai jam 08.00 – 21.00 sebesar 30°C.



Grafik 2. Data kelembaban ruangan

dari grafik hasil penelitian didapatkan kelembaban ruangan 54 % yang kurang memenuhi standart sni . Kenyaman standart sni temperatur ruangan berkisar 20.5°C – 27.1°C dan dengan kelembaban 40% - 50%. Suhu yang telah melewati ambang batas memerlukan perencanaan ventilasi [7].

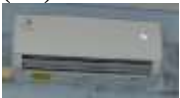
Analisis Desain Ventilasi

Hasil penelitian dapat di lihat pada tabel 6.

Tabel 6 Data Peletakan Ventilasi

No	Jenis Ventilasi	Tipe Ventilasi	Dimensi Ventilasi (m2)	Jumlah Ventilasi	Peletakan dan Kondisi Ventilasi
1.	Alami	Jendela Roaster	0,2	2	Tinggi dari lantai 3,75 meter, posisi menghadap sejajar dengan pintu sekat ruangan. Namun karena ventilas alami ini tipe roaster terbuka sehingga harus di tutup menggunakan bahan plastik karena didalam ruangan terdapat



No	Jenis Ventilasi	Tipe Ventilasi	Dimensi Ventilasi (m ²)	Jumlah Ventilasi	Peletakan dan Kondisi Ventilasi
2.	Mekanik	<i>Exhaust Fan</i> 	0,25	1	AC yang aktif. Tinggi dari lantai 4 meter, posisi peletakan di plafon dan menghadap permukaan lantai.
3.	Mekanik	<i>Air Conditioner (AC)</i> 	0,35	1	Tinggi 3,75 meter, posisi menempel di atas dinding pintu penyekat ruangan menghadap sejajar ke arah jendela.

Sumber : Analisa Penulis, 2024

Dari Data pada tabel 6 ventilasi yang ada didalam ruangan produksi PT.AAA dapat di ketahui memiliki ventilasi dengan luas 2 jendela (2 x 0,2 m²) tidak aktif, exhaust (0,25 m²) dan AC (0,35 m²) yang jika di total keseluruhan ventilasi yang aktif berjumlah 0,6 m². Luas lantai ruang produksi 22 m² dengan total luas ventilasi tersebut termasuk dalam kategori belum memenuhi minimum standart ventilasi yang baik. Standart luas ventilasi minimal 10% dari luas lantai [5], sehingga standart yang harus di penuhi adalah 22 m² x 10% = 2,2 m². Pada ruang produksi PT. AAA dapat menambahkan ventilasi alami berupa jendela, menambahkan juga ventilasi mekanik berupa *exhaust fan* dengan ukuran yang lebih besar dari sebelumnya.

Jika di tambahkan 2 buah jendela dengan ukuran 0,6x1,5 m dan 1 buah *exhaust fan* maka di peroleh luasan ventilasi seperti di tabel 7.

Tabel 7. Data perencanaan ventilasi

No	Jenis Ventilasi	Tipe Ventilasi	Dimensi Ventilasi (m ²)	Jumlah Ventilasi	Peletakan dan Kondisi Ventilasi
1.	Alami	Jendela Bukaan 	0,9	2	Tinggi dari lantai minimal 1 meter, posisi menghadap sejajar dengan pintu sekat ruangan.
2.	Mekanik	<i>Exhaust fan</i> 	0,49	1	Tinggi dari lantai 4 meter, posisi peletakan di plafon dan menghadap permukaan lantai.

Sehingga dari perencanaan penambahan ventilasi alami 2 buah jendela casement dan ventilasi mekanik berupa 1 buah *exhaust fan* dengan ukuran yang lebih besar diperoleh luasan total ventilasi 2,4 m² yang sudah memenuhi standart minimal.

Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil analisis dan juga pengukuran serta perhitungan yang dilakukan untuk mengetahui kelayakan kenyamanan ventilasi pada ruang produksi PT. AAA dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan dari analisis penelitian pada ruang produksi PT. AAA terdapat ventilasi mekanik berupa 1 buah *exhaust fan* dengan ukuran 50 x 50 cm, dan *Air Conditioner* (AC) serta tidak memiliki ventilasi alami seperti jendela. Dalam hal ini mengakibatkan aliran udara didalam ruangan kurang maksimal. Zat kimia yang dihasilkan oleh mesin pencetak salah satunya berjenis *Volatile Organic Compound* (VOC) yang menimbulkan bau sangat menyegat.
2. Setelah dilakukan perhitungan yang sudah di lakukan di peroleh nilai kelajuan udara sebesar 677,88 m³/jam, nilai pergantian udara 5,63 kali/jam sesuai dengan standart kebutuhan ventilasi menurut SNI tipe pabrik atau bengkel yang di perlukan sebesar 6 pertukaran /jam sehingga pergantian udara dalam ruangan prodksi PT. AAA kurang memenuhi syarat SNI. Selain itu juga di peroleh nilai waktu setiap pegantian udara 10,65 menit, nilai aliran udara per unit luas area dengan luas ruangan 22 m² sebesar 0,513 m³/menit dan juga pehitungan volume udara setip orang yang di dapatkan sebesar 2,259 (m³/menit)/orang dapat di ambil kesimpulan bahwa kebutuhan laju udara perorangan untuk gedung ruang kerja (ruang duplikasi/cetak foto) sudah diatas nilai untuk memenuhi standart.

Adapun nilai untuk gas yang di kandung sesuai dengan Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) nilai PM 10 sebesar 40,5 µg/m³, PM 2,5 sebesar 58 µg/m³, dan CO sebesar 7262,5 µg/m³ berada di kategori sedang dengan tingkat udara masih dapat diterima pada kesehatan manusia, hewan dan tumbuhan.

Standar nyaman menurut SNI temperatur ruangan berkisar 20.5°C – 27.1°C dan dengan kelembaban 40% - 50%. Sedangkan dari hasil pembahasan penelitian ruang produksi memiliki temperatur sebesar 30 °C dan kelembaban 54%, yang dapat di simpulkan bahawa ruangan dengan temperatur sebesar 30 °C dan kelembaban 54% ini memiliki keadaan kurang nyaman.

Berdasarkan dari analisis penelitian desain ventilasi yang ada saat ini dengan luas ruangan 22m² yang memiliki jendela roaster tertutup (tidak terhitung), dan ventilasi mekanik dengan total luas ventilasi yang aktif 0,6 m² kurang maksimal dalam mengalirkan udara dan kurang nyaman untuk karyawan di ruang produksi. Standar ventilasi yang baik minimal memenuhi syarat berkisar 10% dari luasan lantai. Standar yang baik untk ruang produksi PT. AAA seharusnya berkisar 2,2 m². Dalam hal ini untuk kelayakan dan kenyamanan ventilasi udara pada ruang produksi dapat di tambahkan ventilasi alami berupa jendela casement ukuran 0,6x1,5 m sejumlah 2 buah dan ventilasi mekanik berupa *exhaust fan* dengan ukuran yang lebih besar 0,7x0,7 m.

Referensi

- [1] Talarosha, B. (2005). Menciptakan Kenyamanan Thermal dalam Bangunan. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 6(3), 148–158.
- [2] Ernada, S. (2023). Pengukuran Dan Evaluasi Ventilasi Udara Berdasarkan SNI Pada Laboratorium Motor Bakar Instansi Pendidikan Di Surabaya. *Journal of Student Research (JSR)*, 1(4), 90–103.
- [3] Pandiangan, K. C., Nurul Huda, L., JabPandiangan, Kristoffel Colbert, Listiani Nurul Huda, A Jabbar, and M Rambe. 2013. “Analisis Perancangan Sistem Ventilasi Dalam Meningkatkan Kenyamanan Termal Pekerja Di Ruangan Formulasi Pt Xyz.” *Jurnal Teknik Industri FT USU* 1(1): 1–6. bar, A., & Rambe, M. (2013). Analisis Perancangan Sistem Ventilasi Dalam Meningkatkan Kenyamanan Termal Pekerja Di Ruangan Formulasi Pt Xyz. *Jurnal Teknik Industri FT USU*, 1(1), 1–6.
- [4] Oktavianti, F. N. (2018). Analisis Tata Ruang Dalam Kenyamanan Kerja dan Optimalisasi Kinerja Bagian Humas dan Protokol Sekretariat DPRD Kota Surakarta. *Jurnal Informasi Dan Komunikasi Administrasi Perkantoran*, 2(3), 71–84. <http://jurnal.uns.ac.id/index.php/jikap>
- [5] Juniarta, S. K., Hadi, H. M. C., & Notes, N. (2014). Hubungan Antara Luas Dan Posisi Ventilasi Rumah Dengan Kejadian ISPA Penghuni Rumah Di Wilayah Puskesmas Bangli

- Utara Tahun 2012. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 4(829), 169–174.
- [6] Ali, M. M., Hariyati, T., Pratiwi, M. Y., & Afifah, S. (2022). Metodologi Penelitian Kuantitatif dan Penerapannya dalam Penelitian. *Education Journal*.2022, 2(2), 1–6.
- [7] IQAir Staff Writers. (2016). Volatile Organic Compound. In <https://www.iqair.com>. <https://www.iqair.com/id/newsroom/volatile-organic-compounds>
- [8] John, K. W. (2011). Perhitungan Aliran Angin pada Ventilasi Bangunan Menggunakan Simulasi Numerik. *Jurnal Ilmiah Sains*, 11(1), 69–72.
- [9] Kusnandar, M. (2020). Permen LHK Nomor 14 Tahun 2020. *Permen LHK Nomor 14 Tahun 2020 Tentang Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU)*, 1–16.
- [10] N, K. (2021). Suhu dan Termodinamika. In *Suhu dan Termodinamika*. <https://www.gramedia.com/literasi/pengertian-suhu/>
- [11] Oktavianingsih, A., & Heriyadi, B. (2021). Analisis Kebutuhan Udara Dan Sistem Ventilasi Pada Tambang Batubara Bawah Tanah Lubang CBP 02 PT. Cahaya Bumi Perdana, Kota Sawahlunto, Sumatera. *Bina Tambang*, 6(2), 184–196. <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/mining/article/view/111712%0Ahttp://ejournal.unp.ac.id/index.php/mining/article/download/111712/104641>
- [12] Pynkyawati, T., Anggriaty, L., Fransiska, N., & Artamevia, A. S. (2022). Kajian Kenyamanan Ruang Ditinjau dari Tatahan Ruang Dalam Bangunan GPH PLTP Di Rantau Dedap. *Jurnal Arsitektur ZONASI*, 5(1), 152–163. <http://ejournal.upi.edu/index.php/jaz->
- [13] Rachmatantri, I., Hadiwidodo, M., & Huboyo, H. S. (2015). Pengaruh Penggunaan Ventilasi (AC dan Non AC) Terhadap Keberadaan Mikroorganisme Udara Di Ruang Perpustakaan. *Pengaruh Penggunaan Ventilasi (AC Dan Non AC) Terhadap Keberadaan Mikroorganisme Udara Di Ruang Perpustakaan*, 44(8), 1–13.
- [14] Suryani, I., Bakiyah, H., & Isnaeni, M. (2018). Strategi Public Relations PT Honda Megatama Kapuk Dalam Customer Relations. *Ejournal.Bsi.Ac.Id*, 9(9), 1–9. <https://media.neliti.com/media/publications/487468-strategi-public-relations-pt-honda-megat-fdc0db26.pdf>
- [15] Winardo, K., & Wimala, M. (2023). Kajian Kebutuhan Ventilasi Alami Ruangan pada Bangunan Gedung.Rekayasa Sipil, 17(2), 122–129.<https://doi.org/10.21776/ub.rekayasasipil.2023.017.02.2>