

Analisis Kondisi *Existing* Penerapan Sistem Ventilasi Pada Bengkel Dan Laboratorium Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

Bantar Febrian Sabila^{1*}, Mey Rohma Dhani² dan Mochammad Choirul Rizal³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

E-mail: meyrohmadhani@ppns.ac.id

Abstrak

Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya adalah Politeknik adalah salah satu instansi pendidikan yang menerapkan 40% teori dan 60% praktikum. Salah satu penunjang praktikum adalah dengan menyediakan bengkel penunjang praktikum. Bengkel yang digunakan untuk praktikum harus dipastikan telah sesuai dengan standar yang berlaku. Salah satu standar yang harus diperhatikan adalah penerapan sistem ventilasi, hal tersebut untuk menunjang aspek keselamatan praktikum pada bengkel yang digunakan. Pada penelitian kali ini Bengkel Kelistrikan Kapal, Bengkel Konstruksi, Bengkel *Non-metal*, Bengkel Perkakas, Laboratorium kimia, dan Laboratorium *Plumbing* menjadi objek untuk dilakukan penelitian. Data pengukuran yang telah dilakukan pada tahun 2024 menunjukkan bahwa keempat bengkel tersebut belum memenuhi kebutuhan laju udara perjam dan volume udara per orang. Penelitian kali ini akan dilakukan pengukuran kebutuhan laju udara dan kebutuhan volume udara per orang dan dilanjutkan penentuan ventilasi yang tepat untuk memenuhi kebutuhan pada bengkel yang dijadikan objek penelitian. Keenam objek penelitian telah dilakukan analisis penerapan sistem ventilasi menggunakan SNI 03-6572-2001 dan AZRAE 62.1. Terdapat beberapa ruangan yang belum dan sudah terpenuhi kebutuhan laju udaranya. Laju udara yang sudah dapat dikatakan aman adalah pada laboratorium kimia dan laboratorium *plumbing* lantai 3, selain itu ruangan bengkel dan laboratorium belum terpenuhi laju udaranya sehingga dibutuhkan penambahan ventilasi untuk memenuhi kebutuhan laju udara.

Kata Kunci: Ventilasi, Laju udara, Kualitas Udara, GVR, ACH..

Abstract

Surabaya State Polytechnic of Shipping is a Polytechnic is one of the educational institutions that implements 40% theory and 60% practicum. One of the supporting practicums is by providing a workshop to support the practicum. The workshop used for practicum must be ensured to comply with applicable standards. One of the standards that must be considered is the implementation of a ventilation system, this is to support the safety aspects of the practicum in the workshop used. In this study, the Ship's Electrical Workshop, Construction Workshop, Non-metal Workshop, Tool Workshop, Chemical Laboratory, and Plumbing Laboratory were the objects of research. Measurement data that has been carried out in 2024 shows that the four workshops have not met the needs of air flow per hour and air volume per person. This study will measure the need for air flow and air volume per person and continue to determine the right ventilation to meet the needs of the workshop that is the object of research. The six research objects have been analyzed for the application of the ventilation system using SNI 03-6572-2001 and AZRAE 62.1. There are several rooms that have not and have not met the air flow needs. The air flow that can be said to be safe is in the chemistry laboratory and plumbing laboratory on the 3rd floor, in addition to the workshop and laboratory rooms have not been met the air flow so additional ventilation is needed to meet the air flow needs..

Keywords: . Ventilation, Air flow, Air quality, GVR, ACH

1. PENDAHULUAN

Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya adalah perguruan tinggi vokasi yang berfokus pada sektor maritim. Dalam proses pembelajaran di kampus, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya memiliki vasilitas bengkel yang digunakan untuk melakukan berbagai macam praktikum. Beberapa diantaranya adalah Bengkel Kelistrikan Kapal, Bengkel Konstruksi, Bengkel Non-Metal, dan Bengkel Perkakas. Keempat bengkel tersebut digunakan terus menerus

untuk aktivitas praktikum dalam proses pembelajaran. Dengan adanya kegiatan praktikum setiap harinya, aspek keselamatan pada bengkel tersebut harus diperhatikan. Salah satu hal yang penting untuk diperhatikan adalah sirkulasi udara yang memadai pada area bengkel untuk menjaga iklim kerja yang aman. Untuk menjaga sirkulasi udara yang tetap terjaga dan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan, sistem ventilasi merupakan hal penting yang harus dirancang sesuai dengan standar yang berlaku.

Ventilasi merupakan kondisi sirkulasi udara keluar masuk dalam suatu ruangan. Ventilasi yang tidak adekuat merupakan penyebab tunggal yang paling utama dalam keluhan mengenai kualitas udara dalam ruang. Umumnya, masalah ventilasi memungkinkan meningkatnya kontaminasi dalam ruang kerja hingga pada tingkat yang dapat mengganggu ataupun menurunkan kenyamanan pada pekerja. Dampaknya terhadap kesehatan dapat terjadi terutama pada pekerja yang lebih rentan. Kebanyakan masalah kualitas udara dalam ruang seringkali disebabkan oleh lebih dari satu kondisi yang saling mempengaruhi. Ventilasi merupakan aspek yang sangat penting untuk mengontrol sirkulasi udara yang ada pada sebuah bangunan. Pertukaran udara yang kurang baik dapat mempengaruhi iklim kerja yang ada di area bengkel. Kualitas udara dalam ruang yang baik didefinisikan sebagai udara yang bebas bahan pencemar penyebab iritasi, ketidaknyamanan atau terganggunya kesehatan penghuni. Temperatur dan kelembaban ruangan juga mempengaruhi kenyamanan dan kesehatan penghuni. Manusia menghabiskan sebagian besar waktu, sepanjang hari, dalam ruangan di rumah, kantor, sekolah, fasilitas kesehatan, atau tempat publik lainnya. Kualitas udara yang dihirup merupakan faktor penentu penting dari kesehatan. Kondisi area pekerjaan yang memiliki iklim kerja buruk dapat mempengaruhi kondisi orang yang ada pada area tersebut, baik mempengaruhi pekerjaan yang dilakukan maupun kesehatan dari orang-orang yang ada di area itu. Selain itu, sirkulasi udara yang buruk akibat sistem ventilasi yang kurang memadai menjadi salah satu sumber penyakit yang diakibatkan oleh pekerjaan (Dewi, W. C., Raharjo, M., & Wahyuningsih, N. E., 2021).

Kualitas udara menjadi hal yang sangat berpengaruh bagi kesehatan orang yang melakukan aktivitas didalam ruangan. Buruknya kualitas udara pada ruangan dapat mempengaruhi beberapa faktor seperti Ventilasi, Kelembaban, suhu ruang, dan kontaminasi mikrobiologi. Dari buruknya beberapa faktor tersebut dapat menimbulkan gangguan kesehatan seperti iritasi selaput lendir, iritasi hidung, gangguan neurotoksik, gangguan paru dan pernafasan, gangguan kulit, heat stress, dan lain lain (Dewi, W. C., Raharjo, M., & Wahyuningsih, N. E. (2021)).

Berdasarkan permasalahan tersebut dibutuhkan sistem ventilasi yang baik untuk menjamin terjadinya pergantian udara segar, menjaga kualitas udara yang sehat pada bangunan, serta menghilangkan kelembaban, bau, asap, panas, bakteri, partikel debu, dan polutan di udara sesuai kebutuhan bangunan itu sendiri. Pengaplikasian sistem ventilasi pada bangunan dapat berupa ventilasi alami dan ventilasi mekanis (SNI 03-6572-, 2001).

Didalam perancangan sistem ventilasi yang efisien dan memenuhi standar, pembuatan desain ventilasi harus memperhatikan beberapa faktor yang mempengaruhi laju ventilasi yang disebabkan gaya angin termasuk kecepatan rata-rata, arah angin yang kuat, variasi kecepatan dan arah angin, hambatan seperti semak semak belukar, pohon pohon dan bangunan yang ada disebelah tempat pengaplikasian sistem ventilasi, selain itu luas ruangan juga menjadi hal yang perlu diperhatikan untuk penerapan sistem ventilasi yang sesuai dengan kebutuhan. Perancangan sistem ventilasi juga dapat menggunakan ventilasi mekanis dengan memperhitungkan antara kebutuhan udara pada ruangan dengan kapasitas fan yang akan digunakan. Pemasangan ventilasi perlu disesuaikan dengan beberapa aspek seperti distribusi udara yang merata, tempat pemasangan yang mudah dijangkau, memiliki jarak aman dari sumber polusi (ANSI & ASHRAE, 2022).

General Ventilation Rate (GVR) adalah jumlah udara segar yang harus dicapai pada penerapan sistem ventilasi. Pemenuhan udara segar dilakukan untuk menghindari penyakit yang dapat timbul karena buruknya penerapan sistem ventilasi. Penerapan ventilasi yang dilakukan untuk memenuhi nilai GVR dapat dilakukan dengan melakukan pemasangan ventilasi alami dan ventilasi mekanis (SNI 03-6572-, 2001).

2. METODE

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan perhitungan kebutuhan laju udara dengan standar yang dipakai adalah SNI 03-6572-2001 dan AZRAE 6.1. Perhitungan digunakan untuk mengetahui apakah sistem ventilasi yang sudah dipasang dapat memenuhi kebutuhan bengkel maupun laboratorium yang dijadikan objek. Penelitian ini diawali dengan pengambilan data untuk menghitung kebutuhan udara. Data yang diambil meliputi dimensi ruangan, kecepatan udara yang disediakan oleh ventilasi yang ada. Data yang didapatkan lalu dihitung menggunakan formula sebagai berikut:

$$Q = C_v \times A \times V \quad (2.1)$$

Keterangan :

Q : Laju aliran udara (m³/detik)

A : Luas bebas dari bukaan inlet (m²)
V : Kecepatan angin (m/detik)
CV : Effectiveness dari bukaan (CV dianggap sama dengan 0,5 – 0,6 untuk angin yang tegak lurus dan 0,25 – 0,35 untuk angin yang diagonal)

Formula 2.1 digunakan untuk menghitung laju aliran udara atau GVR yang dapat disediakan oleh sistem ventilasi yang ada. Hasil dari perhitungan tersebut lalu dijumlah untuk menghitung total GVR yang kemudian akan di bandingkan dengan standar yang diatur oleh SNI 03-6572-2001. Ruangan dapat dikatakan aman jika nilai total GVR melebihi ketentuan minimal kebutuhan laju udara pada SNI 03-6572-2001 sebagai berikut:

Tabel 2.1 Kebutuhan Ventilasi Mekanis

No	<i>Fire Hazard</i>	
	Pertukaran udara/jam	M ³ /jam per orang
Kantor	6	18
Restoran/Kantin	6	18
Toko, pasar swalayan	6	18
Pabrik, bengkel	6	18
Kelas, Bioskop	8	
Lobi, koridor, tangga	4	
Kamar Mandi, peterusan	10	
Dapur	20	
Tempat parkir	6	

Penelitian ini selain melakukan pengukuran menggunakan SNI 03-6572-2001 juga menggunakan perhitungan kebutuhan laju udara dari AZRAE 62.1 untuk mencari kebutuhan laju udara dengan formula sebagai berikut:

$$Q = V.ACH \quad (2.2)$$

Keterangan:

Q: Laju aliran udara (m³/jam)

V : Volume ruangan (m³)

ACH : Air Changes per Hour, Laju Udara yang diperlukan (Ashrae, 2007).

Untuk mencari Air change Per Hour (ACH) maka harus menyesuaikan ruangan yang akan dijadikan objek. Berikut ini adalah tabel pergantian udara per jam (ACH):

Tabel 2.2 Nilai Air Change per Hour (ACH)

<i>Assembly rooms</i>	4 - 8	<i>Hairdressing salons</i>	10 - 15
<i>Bakeries</i>	20 - 30	<i>Hospitals - sterilizing</i>	15 - 25
<i>Banks/Building Societies</i>	4 - 8	<i>Hospitals - wards</i>	6 - 8
<i>Bathrooms</i>	6 - 10	<i>Kitchens - domestic</i>	15 - 20
<i>Bedrooms</i>	2 - 4	<i>Kitchens - commercial</i>	30 minimum
<i>Billiard Rooms</i>	6 - 8	<i>Laboratories</i>	6 - 15
<i>Boiler Rooms</i>	15 - 30	<i>Laundrettes/Laundromats</i>	10 - 15
<i>Cafes and coffe bars</i>	10 - 12	<i>Laundries</i>	10 - 30
<i>Canteens</i>	8 - 12	<i>Lavatories</i>	6 - 15
<i>Cellars</i>	3 - 10	<i>Lecture theatres</i>	5 - 8
<i>Changing Rooms Main area</i>	6 - 10	<i>Libraries</i>	3 - 5
<i>Changing Rooms Shower area</i>	15 - 20	<i>Living rooms</i>	3 - 6
<i>Churches</i>	1 - 3	<i>Mushroom houses</i>	6 - 10
<i>Cinemas & theatres</i>	10 - 15	<i>Offices</i>	6 - 10
<i>Club Rooms</i>	12 minimum	<i>Paint shops (not cellulose)</i>	10 - 20
<i>Compressor rooms</i>	10 - 20	<i>Photo & X-ray darkrooms</i>	10 - 15
<i>Conference rooms</i>	8 - 12	<i>Public house bars</i>	12 minimum
<i>Dairies</i>	8 - 10	<i>Recording conrol rooms</i>	15 - 25
<i>Dance halls</i>	12 minimum	<i>Recording studios</i>	10 - 12
<i>Dental surgeries</i>	12 - 15	<i>Restaurants</i>	8 - 12
<i>Dye works</i>	20 - 30	<i>Schoolrooms</i>	5 - 7
<i>Electroplating shops</i>	10 - 12	<i>Shops and supermarkets</i>	8 - 15
<i>Engine rooms</i>	15 - 30	<i>Shower baths</i>	15 - 20
<i>Entrance hall & corridors</i>	3 - 5	<i>Stores & werehouse</i>	3 - 6
<i>Factories and workshops</i>	8 - 10	<i>Squash courts</i>	4 minimum
<i>Foundries</i>	15 - 30	<i>Swimming baths</i>	10 - 15
<i>Garages</i>	6 - 8	<i>Toilets</i>	6 - 10
<i>Glasshouses</i>	25 - 60	<i>Utility rooms</i>	15 - 20
<i>Gymnasiums</i>	6 minimum	<i>Welding Shops</i>	15 - 30

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang telah diambil saat pengukuran meliputi dimensi ruangan yang akan dilakukan perhitungan kebutuhan adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Data Pengukuran udara

No	Nama Bengkel	Nama Ventilasi	Kecepatan Udara (m/detik)	Luas Bukaannya (m ²)
1	Bengkel Konstruksi	Kipas 1	7.30	0.3423606
		Kipas 2	7.30	0.3426
		Kipas 3	7.30	0.3426
		Turbin Ventilator 1	1.526	0.283
		Turbin Ventilator 2	1.526	0.283
		Pintu Utama	0.2	10.5
2	Bengkel Perkakas	Kipas 1	7.30	0.3426
		Kipas 2	7.30	0.3426
		Kipas 3	7.30	0.3426
		Kipas 4	7.30	0.3426
		Turbin Ventilator 1	1.526	0.283
		Turbin Ventilator 2	1.526	0.283
		Turbin Ventilator 3	1.526	0.283
		Turbin Ventilator 4	1.526	0.283
		Turbin Ventilator 5	1.526	0.283
		Pintu Utama	0.25	21.2
		Pintu Belakang	0.12	4.28
3	Bengkel <i>Non-Metal</i>	Kipas Angin 1	7.30	0.3426
		Pintu Utama	0.12	7.5
		Pintu Belakang	0.2	2.52
4	Bengkel Kelistrikan	AC 1	6	0.0779
		AC 2	6	0.0779
		AC 3	6	0.0779
		AC 4	6	0.0779
5	Laboratorium Kimia	AC 1	6	0.0779
		AC2	6	0.0779
		Exhaust fan 1	3.2	0.16
		Exhaust fan 2	3.2	0.16
		Exhaust fan 3	3.2	0.16
6	Laboratorium <i>Plumbing</i> Lantai 3	Kipas 1	4.30	0.3426

Tabel diatas merupakan hasil pengukuran yang telah dilakukan menggunakan alat ukur anemometer pada sistem ventilasi di masing-masing bengkel dan laboratorium. Pengukuran yang dilakukan meliputi kecepatan udara dan luas bukaan ventilasi.

Pengukuran yang telah dilakukan selanjutnya adalah dimensi ruangan untuk mengetahui volume ruangan. Berikut ini adalah volume ruangan dari hasil pengukuran yang telah dilakukan:

Tabel 3.2 Volume ruangan

No	Nama Bengkel / Lab	Ruangan	Volume Ruangan (m ³)
1	Lab. Kimia	ruang praktikum	180
2	Bengkel Konstruksi	ruang konstruksi	7428
3	Bengkel Perkakas	Total Ruang Praktikum	9454.5
4	Bengkel Non Metal	Praktikum	1297.62
5	Lab. Plumbing	lantai 2	194.4
		lantai 3	378
		lantai 4	180
6	Bengkel kelistrikan	Ruang Praktikum	417.48

Dari data diatas selanjutnya dilakukan perhitungan kebutuhan ACH (*Air change per hour*) atau kebutuhan laju udara perjam. Berikut adalah hasil perhitungan ACH menggunakan formula 2.2 :

Tabel 3.3 Kebutuhan laju udara per jam

No	Nama Bengkel / Lab	Ruangan	Volume Ruangan (m ³)	ACH (Dilihat pada tabel ACH)	Laju Aliran Udara (m ³ /jam)
1	Lab. Kimia	ruang praktikum	180	15	2700
2	Bengkel Konstruksi	ruang konstruksi	7428	10	74280
3	Bengkel Perkakas	Total Ruang Praktikum	9454.5	10	94545
4	Bengkel <i>Non Metal</i>	Praktikum	1297.62	10	12976.2
5	Lab. Plumbing	lantai 2	194.4	10	1944
		lantai 3	378	10	3780
		lantai 4	180	10	1800
6	Bengkel kelistrikan	Ruang Praktikum	417.48	10	4174.8

Tabel 3.3 menunjukkan hasil kebutuhan laju udara perjam. Setelah dilakukan perhitungan kebutuhan laju udara perjam kemudian dilanjut menghitung kebutuhan laju udara dengan menggunakan formula 2.1 untuk menentukan nilai GVR (*General Ventilation Rate*). Berikut ini adalah hasil perhitungan menggunakan formula 2.2 untuk mengetahui nilai GVR :

Tabel 3.4 Nilai GVR

No	Nama Bengkel	Nama Ventilasi	Kecepatan Udara (m/detik)	Luas Buka (m ²)	Cv	Laju Aliran Udara (m ³ /detik)
1	Bengkel Konstruksi	Kipas 1	7.30	0.3423606	0.6	1.499539453
		Kipas 2	7.30	0.3423606	0.6	1.499539453
		Kipas 3	7.30	0.3423606	0.6	1.499539453
		Turbin Ventilator 1	1.526	0.283	0.35	0.1511503
		Turbin Ventilator 2	1.526	0.283	0.35	0.1511503
		Pintu Utama	0.2	10.5	0.25	0.525
2	Bengkel Perkakas	Kipas 1	7.30	0.3423606	0.6	1.499539453
		Kipas 2	7.30	0.3423606	0.6	1.499539453
		Kipas 3	7.30	0.3423606	0.6	1.499539453
		Kipas 4	7.30	0.3423606	0.6	1.499539453
		Turbin Ventilator 1	1.526	0.283	0.35	0.1511503

		Turbin Ventilator 2	1.526	0.283	0.35	0.1511503
		Turbin Ventilator 3	1.526	0.283	0.35	0.1511503
		Turbin Ventilator 4	1.526	0.283	0.35	0.1511503
		Turbin Ventilator 5	1.526	0.283	0.35	0.1511503
		Pintu Utama	0.25	21.2	0.25	1.325
		Pintu Belakang	0.12	4.28	0.25	0.1284
3	Bengkel <i>Non-Metal</i>	Kipas Angin 1	7.30	0.3423606	0.6	1.499539453
		Pintu Utama	0.12	7.5	0.25	0.225
		Pintu Belakang	0.2	2.52	0.25	0.126
4	Bengkel Kelistrikan	AC 1	6	0.0779	0.25	0.11685
		AC 2	6	0.0779	0.25	0.11685
		AC 3	6	0.0779	0.25	0.11685
		AC 4	6	0.0779	0.25	0.11685
5	Laboratorium Kimia	AC 1	6	0.0779	0.25	0.11685
		AC2	6	0.0779	0.25	0.11685
		Exhaust fan 1	3.2	0.16	0.25	0.128
		Exhaust fan 2	3.2	0.16	0.25	0.128
		Exhaust fan 3	3.2	0.16	0.25	0.128
6	Laboratorium <i>Plumbing</i> Lantai 3	Kipas 1	4.30	0.3423606	0.6	0.883290362

Tabel 3.4 menunjukkan nilai GVR dari setiap ventilasi yang telah ada pada setiap ruangan. Nilai GVR kemudian dijumlah untuk mengetahui nilai total GVR pada setiap ruangnya. Berikut ini adalah tabel yang menunjukkan nilai total GVR dan perbandingan dengan standar dari SNI 03-6572-2001 :

Tabel 3.5 Perbandingan kebutuhan dan standar

No	Nama Bengkel / Laboratorium	GVR total (m ³ /Detik)	Volume (m ³)	Pergantian Udara (m ³ /jam)	Standar Pertukaran Udara Menurut SNI 03-6572-2001	Keterangan
1	Bengkel Konstruksi	5.325	7428	2.581	6	Tidak Aman
2	Bengkel Perkakas	8.207	9454.5	3.125	6	Tidak Aman
3	Bengkel <i>Non-Metal</i>	1.850	1297.62	5.133	6	Tidak Aman
4	Bengkel Kelistrkan	0.467	417.48	4.030	6	Tidak Aman
5	Laboratorium Kimia	0.745	180	14.914	6	Aman
6	Laboratorium <i>Plumbing</i> lantai 3	0.883	378	8.412	6	Aman

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan ventilasi pada bengkel dan laboratorium politeknik perkapalan negeri surabaya menunjukkan masih terdapat beberapa ruangan yang belum memenuhi kebutuhan laju udara. Ruangan yang belum memenuhi kebutuhan laju udara berdasarkan SNI 03-6572-2001 harus dilakukan Evaluasi dengan cara penambahan unit ventilasi

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan penelitian ini terutama kepada rekan-rekan peneliti bersedia meluangkan waktunya demi membantu peneliti mendapatkan data penelitian, yang akhirnya dapat dianalisis.

DAFTAR PUSTAKA

- ANSI, & ASHRAE. (2022). ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2022, and Acceptable Ventilation Indoor Air Quality. *ASHRAE Standard, 2022*, 1–90.
- Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS). (2017). *Informasi dan Pengenalan Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (IP3NS)*.
- Dewi, W. C., Raharjo, M., & Wahyuningsih, N. E. (2021). Literatur Review : Hubungan Antara Kualitas Udara Ruang Dengan Gangguan Kesehatan Pada Pekerja. *An-Nadaa: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 8(1), 88. <https://doi.org/10.31602/ann.v8i1.4815>
- SNI 03-6572-. (2001). Sni 03 - 6572 - 2001. *Sni 03-6572-2001*, 1–55.