

## Pengukuran Dan Evaluasi Ventilasi Udara Berdasarkan SNI Pada Laboratorium Motor Bakar Instansi Pendidikan Di Surabaya

**Sahipul Ernada**

Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

**Senna Malik Ibrahim**

Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

**Egyt Yusuf Hidayat**

Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

**Mey Rohmadhani**

Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

**Denny Oktavina Radianto**

Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

Korespondensi penulis: [sahipul.ernada@student.ppns.ac.id](mailto:sahipul.ernada@student.ppns.ac.id)

**Abstract.** *One of the educational institutions in Surabaya is an agency engaged in the field of shipping where the practice is carried out in the laboratory. One of the laboratories is the internal combustion engine laboratory, where practical work is always carried out in the workshop. To provide comfort in the room, it is necessary to evaluate the ventilation that occurs in the combustion engine laboratory. This study aims to determine whether the ventilation system in the combustion engine laboratory is by industrial hygiene standards or not. The research method involves sampling the air flow rate in the combustion engine laboratory. The collected data is then analyzed using the parameters in the SNI to determine the effectiveness of the ventilation system in reducing the potential for occupational diseases (PAK). The findings suggest that an effective ventilation system can significantly reduce the potential for PAK. This study implies that improving the ventilation system in the combustion engine laboratory can significantly improve industrial hygiene and reduce the risk of work-related diseases. The results of the research on the ventilation system in the combustion engine laboratory are by the standards and this study emphasizes the importance of periodic inspection and maintenance of the ventilation system.*

**Keywords:** *Combustion Engine Laboratory, Indonesian National Standard (SNI), Industrial Hygiene, Occupational Diseases, Ventilation*

**Abstrak.** Salah satu instansi pendidikan di Surabaya merupakan instansi yang bergerak dalam bidang perkapalan dimana praktek dilaksanakan di laboratorium. Salah satu laboratorium yaitu laboratorium motor bakar, dimana praktek selalu dilakukan dalam bengkel tersebut. Untuk memberikan kenyamanan dalam ruangan, perlu dilakukan evaluasi terhadap ventilasi yang terjadi dalam laboratorium motor bakar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah sistem ventilasi di laboratorium motor bakar sudah sesuai standar atau belum terhadap higiene industri. Metode penelitian melibatkan

---

Received Mei 30, 2023; Revised Juni 2, 2023; Juli 22, 2023

\* Sahipul Ernada, [sahipul.ernada@student.ppns.ac.id](mailto:sahipul.ernada@student.ppns.ac.id)

pengambilan sampel aliran laju udara di laboratorium motor bakar. Data yang terkumpul kemudian dianalisis dengan menggunakan parameter yang ada di SNI untuk menentukan efektivitas sistem ventilasi dalam mengurangi potensi penyakit akibat kerja (PAK). Temuan menunjukkan bahwa sistem ventilasi yang efektif dapat secara signifikan mengurangi potensi PAK. Implikasi dari penelitian ini adalah meningkatkan sistem ventilasi di laboratorium motor bakar dapat secara signifikan meningkatkan higiene industri dan mengurangi risiko penyakit terkait pekerjaan. Hasil penelitian sistem ventilasi pada laboratorium motor bakar sudah sesuai standart dan penelitian ini menekankan pentingnya inspeksi dan perawatan berkala pada sistem ventilasi.

**Kata kunci:** Higiene Industri, Laboratorium Motor Bakar, Penyakit Akibat Kerja, Standar Nasional Indonesia (SNI), Ventilasi

## **LATAR BELAKANG**

Menurut laporan World Health Organization (WHO) pada tahun 2013, Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) menyebabkan sekitar 1,2 juta kematian anak setiap tahun di seluruh dunia. Lebih dari 50% kasus atau sekitar 680.000 ISPA terjadi di wilayah Asia Tenggara dan Afrika. Sebanyak 3/4 kasus ISPA di seluruh dunia terjadi di 15 negara tertentu. Indonesia termasuk salah satu dari 15 negara tersebut dan menempati peringkat keenam dengan jumlah kasus sekitar 6 juta. Banyak masyarakat di Indonesia yang tidak dapat mengakses fasilitas kesehatan dan pengobatan karena berada di luar jangkauannya (Schrag, 2019). ISPA dapat terjadi apabila kondisi ventilasi atau bukaan di suatu bangunan dalam kondisi buruk yang dapat menurunkan kadar oksigen dan menyebabkan pertumbuhan mikroorganisme jahat.

Ventilasi merupakan bagian penting bangunan sebagai penunjang kehidupan dengan jalan mengatur pergantian udara didalam bangunan agar udara tersebut layak digunakan sesuai dengan kebutuhan manusia dalam suatu bangunan. Pada zaman dahulu ventilasi dipasang pada bangunan untuk menghilangkan panas berlebih saat musim panas. Di Eropa Tengah dan Utara ventilasi biasanya banyak digunakan untuk menghilangkan gas pencemaran (kontaminan) udara selain untuk menghasilkan udara bersih yang digunakan untuk pernafasan. Kebutuhan udara segar yang baik untuk kesehatan sekitar 7 l/s per orang (Awbi dalam Poetro, Joessianto Eko; Handoko 2013).

Salah satu instansi pendidikan di Surabaya yang bergerak dibidang perkapalan memiliki lingkup jurusan seperti teknik bangunan kapal, teknik permesinan kapal dan

teknik kelistrikan kapal. Instansi pendidikan ini memiliki fasilitas yang cukup lengkap, termasuk laboratorium dan bengkel yang dapat menunjang kegiatan praktikum. Pada laboratorium motor bakar pada instansi ini belum melakukan pengukuran terhadap sistem ventilasi.

Parameter yang penting untuk meningkatkan kesehatan sistem ventilasi mengacu pada Standar Nasional Indonesia(2001) untuk laju udara sekitar  $6 \text{ m}^3/\text{jam}$ . Berdasarkan paparan tersebut, maka dinilai perlu untuk melakukan evaluasi ruangan terhadap temperatur dan suplai udara yang diterima oleh pekerja di bengkel motor bakar sebagai upaya pencegahan K3 dalam bentuk *hygiene industry*.

Oleh karena itu, penelitian mengenai pengukuran dan bagaimana evaluasi sistem ventilasi di laboratorium motor bakar memengaruhi *hygiene industry* sangat penting dilakukan. Hal tersebut bertujuan untuk memahami seberapa baik sistem ventilasi bekerja dalam mencegah maupun meminimalisir potensi PAK bagi mahasiswa atau tenaga pendidik di area laboratorium motor bakar.

## KAJIAN TEORITIS

Menurut (Moeljosoedarmo, 2008) *Hygiene industry* adalah ilmu dan seni yang mampu mengantisipasi, mengenal, mengevaluasi dan mengendalikan faktor bahaya yang timbul di lingkungan kerja dan dapat mengakibatkan gangguan kesehatan, kesejahteraan, ketidaknyamanan dan ketidakefisienan kepada masyarakat yang berada di lingkungan kerja tersebut maupun yang berada di luar industri. Dalam *hygiene industry* juga terdapat empat tahapan berupa Antisipasi, Rekognisi, Evaluasi, dan Pengendalian (AREP).

Ventilasi merupakan proses atau sistem pertukaran udara dengan cara mengatur terjadinya pemasukan udara segar melalui saluran masuk dan pengeluaran udara terkontaminasi serta kalor yang berlebihan dari suatu ruang kerja melalui saluran buang. Hal tersebut bertujuan untuk menjaga kualitas udara di ruang tersebut dan tetap memberikan kenyamanan bagi penghuninya. Sistem ventilasi dikelompokkan dalam beberapa jenis antara lain sistem ventilasi alami dan ventilasi mekanik. Ventilasi alami adalah sistem pemasukan udara (*Intake Air*) dan sistem pengeluaran udara (*Exhaust Air*) dimana keduanya menggunakan aliran udara alami, yaitu dengan membuat bukaan atau opening sehingga udara dapat mengalir dengan sendirinya. Ventilasi alami yang

disediakan harus terdiri dari bukaan permanen, jendela, pintu atau sarana lain yang dapat dibuka, dengan jumlah bukaan ventilasi tidak kurang dari 5% terhadap luas lantai ruangan yang membutuhkan ventilasi. Sedangkan ventilasi mekanik ialah sistem *intake air* dan *exhaust air* yang diberikan apabila ventilasi alami kurang memadai. Ventilasi mekanik dapat berupa penempatan *fan* yang memungkinkan pelepasan udara maksimal dan juga memungkinkan masuknya udara segar ataupun sebaliknya.

General Ventilation Rate (GVR) adalah perhitungan rata-rata ventilasi yang harus dipenuhi dalam suatu ruangan sebagai berikut.

$$Q = C_v \cdot A \cdot V$$

Dimana:

Q = laju aliran udara (m<sup>3</sup>/detik)

A = luas bebas dari bukaan inlet (m<sup>2</sup>)

C<sub>v</sub> = *effectiveness* dari bukaan (C<sub>v</sub> dianggap sama dengan 0,5 ~ 0,6 untuk angin yang tegak lurus dan 0,25 ~ 0,35 untuk angin yang diagonal).

V = Kecepatan angin (m/detik)

Inlet sebaiknya langsung menghadap ke dalam angin yang kuat. Jika tidak ada tempat yang menguntungkan, aliran yang dihitung dengan persamaan diatas akan berkurang, jika penempatannya kurang lazim, akan berkurang lagi. Selanjutnya untuk setelah mengetahui nilai GVR untuk mengetahui kualitas dari ventilasi udara dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut.

- a. Pergantian udara per jam (air change per hour)

GVR : Volume ruangan = .....kali/jam

**Tabel 1. Pergantian Udara per Jam**

Tipe	Catu udara segar minimum	
	Pertukaran udara/jam	m <sup>3</sup> /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, peturasan.	10	
Dapur	20	
Tempat parkir	6	

Sumber: SNI 03-6572 (2001).

b. Waktu setiap pergantian udara

Volume ruangan : GVR = .....menit

c. Aliran udara per unit luas area (air floor per unit floor area)

GVR : Luas Ruangan = .....m/menit

d. Volume udara setiap orang (air volume per person)

GVR : Jumlah orang = .....(m<sup>3</sup>/menit)/orang

**Tabel 2. Kebutuhan Laju Udara Ventilasi**

Tabel 4.4.2. : Kebutuhan laju udara ventilasi

Fungsi gedung	Satuan	Kebutuhan udara luar	
		Merokok	Tidak merokok
1. Laundry.	(m <sup>3</sup> /min)/orang	1,05	0,46
2. Restoran :			
a. Ruang makan	(m <sup>3</sup> /min)/orang	1,05	0,21
b. Dapur	(m <sup>3</sup> /min)/orang	-	0,30
c. Fast food	(m <sup>3</sup> /min)/orang	1,05	0,21
3. Service mobil			
a. Garasi (tertutup)	(m <sup>3</sup> /min)/orang	0,21	0,21
b. Bengkel.	(m <sup>3</sup> /min)/orang	0,21	0,21
4. Hotel, Motel, dsb :			
a. Kamar tidur	(m <sup>3</sup> /min)/orang	0,42	0,21
b. Ruang tamu/ruang duduk.	(m <sup>3</sup> /min)/orang	-	0,75
c. Kamar mandi/Toilet	(m <sup>3</sup> /min)/orang	-	-
d. Lobi	(m <sup>3</sup> /min)/orang	0,45	0,15
e. Ruang pertemuan (kecil).	(m <sup>3</sup> /min)/orang	1,05	0,21
f. Ruang rapat	(m <sup>3</sup> /min)/orang	1,05	0,21
5. Kantor.			
a. Ruang kerja	(m <sup>3</sup> /min)/orang	0,60	0,15
b. Ruang pertemuan	(m <sup>3</sup> /min)/orang	1,05	0,21
6. Ruang umum			
a. Koridor	(m <sup>3</sup> /min)/orang	-	-
b. WC umum	(m <sup>3</sup> /min)/kloset	2,25	2,25
c. Ruang locker/Ruang ganti baju	(m <sup>3</sup> /min)/orang	1,05	0,45
7. Pertokoan.			
a. Besemen & Lantai dasar	(m <sup>3</sup> /min)/orang	0,75	0,15
b. Lantai atas/Kamar tidur	(m <sup>3</sup> /min)/orang	0,75	0,15
c. Mal & Arkade.	(m <sup>3</sup> /min)/orang	0,30	0,15
d. Lif	(m <sup>3</sup> /min)/orang	-	0,45
e. Ruang merokok	(m <sup>3</sup> /min)/orang	1,50	-
8. Ruang kecantikan.			
a. Panti cukur & salon.	(m <sup>3</sup> /min)/orang	0,87	0,60
b. Ruang olahraga.	(m <sup>3</sup> /min)/orang	-	0,42
c. Toko kembang.	(m <sup>3</sup> /min)/m <sup>2</sup>	-	0,15
d. Salon binatang peliharaan.	(m <sup>3</sup> /min)/orang	-	0,30

Sumber: SNI 03-6572 (2001).

Penyakit Akibat Kerja (PAK) merupakan penyakit yang disebabkan oleh pekerjaan, alat kerja, bahan, proses maupun lingkungan kerja. Setiap orang membutuhkan pekerjaan untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Dalam bekerja, Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan faktor yang sangat penting untuk diperhatikan karena seseorang yang mengalami sakit dalam bekerja akan berdampak pada diri, keluarga, dan lingkungan. Lingkungan kerja selalu memiliki berbagai faktor berbahaya yang dapat memengaruhi kesehatan tenaga kerja atau dapat menyebabkan timbulnya gangguan kerja dan penyakit akibat kerja. Gangguan ini dapat berupa gangguan fisik maupun psikis terhadap tenaga

kerja (Bahri & Mulyadi, 2021). PAK yang dapat ditimbulkan oleh buruknya sistem ventilasi di suatu bangunan ialah ISPA. ISPA dapat disebabkan oleh proses pertukaran udara masuk maupun keluar dari bangunan tidak lancar, sehingga kelembaban ruangan akan meningkat dan menjadi sarana perkembangbiakan yang baik bagi mikroorganisme atau bakteri penyebab penyakit ISPA.

## **METODE PENELITIAN**

Metode penelitian yang digunakan pada evaluasi ventilasi adalah berjenis kuantitatif dan kualitatif. Data penelitian diperoleh melalui percobaan atau pengukuran secara langsung menggunakan alat bernama anemometer dan analisis menggunakan metode Antisipasi, Rekognisi, Evaluasi, Pengendalian (AREP). Adapun tahapan yang digunakan pada pengukuran dan evaluasi ventilasi udara berdasarkan SNI di laboratorium motor bakar meliputi:

**Tabel 3. Alat pada Pengukuran Ventilasi Udara**

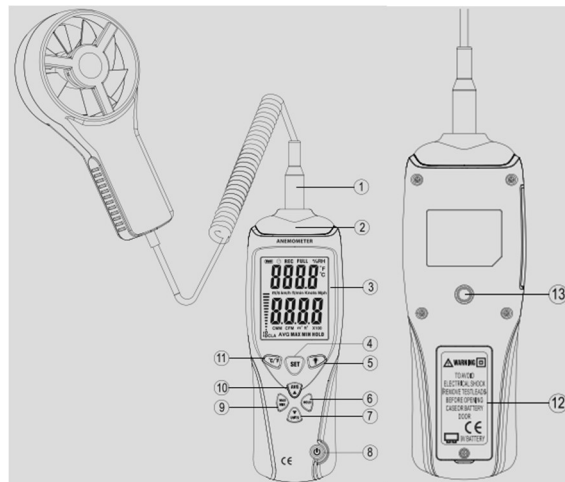
Alat
Anemometer
Alat Tulis
Buku Tulis
Meteran
Wearpack/Coverall
Safety Shoes
Safety Helmet
Masker

1. Pembuatan Layout dan Titik Pengukuran Laboratorium Motor Bakar



Gambar 1. Layout dan titik pengukuran laboratorium motor bakar

2. Bagian-Bagian Anemometer



Sumber: *User's Manual Professional Anemometer* (2015).

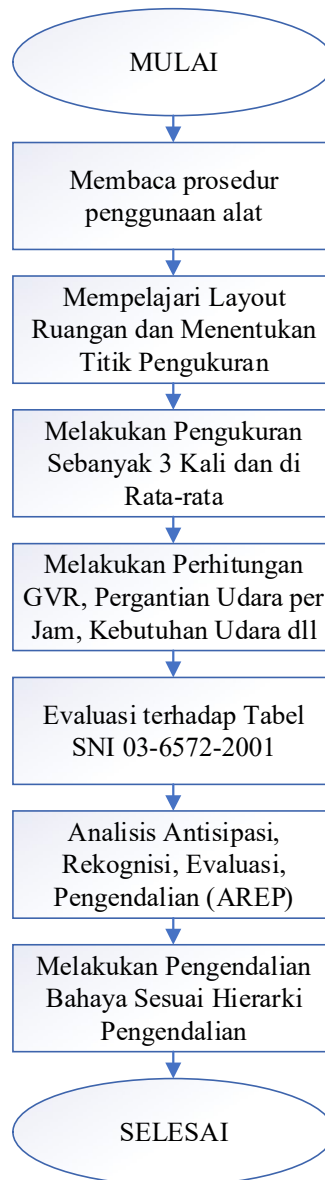
Gambar 2. Anemometer

Keterangan:

1. *Air Velocity Sensor*
  2. *Sensor Interface*
  3. *LCD*
  4. *SET Button*
  5. *Backlight Button*
  6. *HOLD Button*
  7. *Velocity Units/DOWN*
  8. *Power ON/OFF*
  9. *MAX/MIN*
  10. *AVG/UP*
  11. *Temperature °C / °F*
  12. *Battery Cover*
  13. *Tripod Nut*
3. Prosedur Penggunaan Anemometer
- a. Masukkan baterai dan nyalakan anemometer dengan menekan tombol *On/Off*
  - b. Pilih *unit velocity* (satuan kecepatan angin) dengan menekan tombol *Units*
  - c. Pilih *unit* temperatur (Celcius atau Fahrenheit) dengan menekan tombol *°C/°F*
  - d. Masukkan luasan area / ruang ( $\text{cm}^2$ ,  $\text{m}^2$  atau  $\text{ft}^2$ ), tekan *Units* hingga pilihan yang diinginkan tampil di LCD. Untuk menaikkan besaran data tekan *MAX/MIN*, dan untuk menurunkan besaran data tekan *Units*. Air Volume akan tampil x100, artinya data yang tampil dikali 100.
  - e. Arahkan sensor ke ventilasi yang akan diukur. Tekan *HOLD* untuk menahan data agar tidak berubah.
  - f. Jika telah selesai, matikan anemometer dengan menekan tombol *On/Off*, kemudian lepas baterai
4. Prosedur Praktikum
- a. Membaca prosedur alat dan mensetting alat anemometer
  - b. Memahami *layout* tempat yang akan dilakukan pengukuran
  - c. Menentukan titik letak ventilasi yang akan dilakukan pengukuran.
  - d. Melakukan pengukuran sebanyak 3 kali.



- e. Menghitung nilai GVR, pergantian udara per jam, waktu pergantian udara per jam, kebutuhan udara per satuan luas, kebutuhan laju udara per orang.
  - f. Melakukan analisis terhadap SNI ventilasi udara khususnya terkait pergantian udara per jam dan kebutuhan laju udara per orang.
  - g. Melakukan pengendalian bahaya sesuai hirarki pengendalian bahaya
5. Diagram Alir Praktikum



**Gambar 3. Diagram Alir Praktikum**

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dan pengukuran ini dilakukan pada tanggal 19 April 2022 yang berlokasi di area laboratorium motor bakar salah satu instansi pendidikan di Surabaya. Setelah dilakukan penentuan titik ventilasi udara dan pengukuran menggunakan alat atau instrumen bernama anemometer, didapatkan hasil sebagai berikut:

### Hasil Data Pengukuran

**Tabel 2. Hasil Data Pengukuran Ventilasi**

No.	Titik Pengukuran		Luas Ventilasi (m <sup>2</sup> )	Air Flow (m/s)				Keterangan
	x	y		1	2	3	$\bar{x}$	
1.	Jendela	1	3,06	0	0	0	0	Tertutup
2.	Jendela	2	3,06	0	0	0	0	Tertutup
3.	Pintu	1	4,1	0	0	0,4	0,13	Terbuka sedikit
4.	Pintu	2	1,93	0	0	0,4	0,13	Terbuka (di dalam ruangan)
5.	Pintu	3	1,89	0	0	0	0	Terbuka (di dalam ruangan)
6.	Pintu	4	1,89	0	0	0	0	Tertutup
7.	AC	1	0,35	1,6	2,0	1,7	1,76	Menyala
8.	AC	2	0,35	0,9	2,1	1,5	1,5	Menyala

#### 1. Perhitungan General Ventilation Rate

Setelah mendapatkan data *air flow* pada masing-masing komponen yang ada pada laboratorium motor bakar, dilakukan perhitungan *general ventilation rate* (Q) dari setiap komponen. Pada perhitungan tersebut didapatkan total GVR sebesar 2322,864 m<sup>3</sup>/jam

#### 2. Perhitungan Pergantian Udara per Jam

Setelah menghitung dari total GVR maka dilakukan perhitungan terkait pergantian udara yang ada pada laboratorium motor bakar dengan membagi nilai total GVR dengan volume ruangan yaitu 252,56 m<sup>3</sup>. Pada perhitungan ini didapatkan nilai dari pergantian udara sebesar 9,2 kali/jam, Menurut kebutuhan pergantian udara per jam dari SNI, data ini sudah memenuhi kebutuhan pergantian udara minimal 6 kali/jam.

### 3. Perhitungan Waktu Pergantian Udara per Jam

Selanjutnya dilakukan perhitungan waktu pergantian udara per jam. Pada tahap ini dilakukan dengan membagi nilai volume ruangan dengan total GVR dan didapatkan hasilnya adalah 6,522 menit.

### 4. Perhitungan Kebutuhan Udara per Satuan Luas

Selanjutnya adalah perhitungan terkait kebutuhan udara per satuan luas pada laboratorium motor bakar dengan cara membagi nilai total GVR dengan luas ruangan yaitu 63,14 m<sup>2</sup>. Setelah dilakukan perhitungan didapatkan nilai kebutuhan udara per satuan luas didapatkan sebesar 0,613 m/menit.

### 5. Perhitungan Laju Udara per Orang

Lalu, dilakukan perhitungan laju udara per orang yaitu dengan cara membagi nilai GVR dengan jumlah orang yang ada pada ruangan yaitu 7 orang. Didapatkan hasil perhitungan sebesar 331,837 (m<sup>3</sup>/jam)/orang atau 5,53 (m<sup>3</sup>/menit)/orang. Jumlah orang didalam ruangan ada 7 diantaranya 4 orang tim pengukur dan 1 orang dosen dan 2 orang mahasiswa yang mana keluar masuk. Berdasarkan tabel SNI kebutuhan laju udara per orang sudah memenuhi yaitu diatas 0,61 (ruang kerja).

### 6. Analisis Antisipasi, Rekognisi, Evaluasi, Pengendalian

Pada penelitian ini dapat dilakukan analisa secara *hygiene industry* yaitu Antisipasi, Rekognisi, Evaluasi, Pengendalian (AREP).

#### a) Antisipasi

Pada tahap ini dilakukan perkiraan karakteristik dari keadaan ventilasi udara yang ada pada laboratorium motor bakar. Keadaan ruangan terdapat total 2 jendela, 4 pintu, dan 2 AC. Keadaan di dalam ruangan terasa dingin dikarenakan terdapat 2 AC yang menyala. Pada tahap ini juga dilakukan studi literatur dan pengumpulan informasi terkait luas ruangan, jumlah orang dalam ruangan, dan pengecekan denah terkait peletakan ventilasi di setiap ruangan lab motor bakar.

#### b) Rekognisi

Pada tahap rekognisi merupakan tahap pengenalan terkait apa saja yang menjadi ventilasi udara pada laboratorium motor bakar. Pada tahap ini dilakukan beberapa metode seperti penggunaan *check list* dan penjelasan deskriptif yaitu dengan cara memeriksa kondisi ventilasi udara yang ada pada laboratorium motor bakar baik kondisi tertutup, horizontal/diagonal dll. Pada tahap ini juga diberikan catatan deskripsi pada sistem ventilasi udara laboratorium motor bakar.

### **c) Evaluasi**

Pada tahap evaluasi, dilakukan perhitungan kecepatan angin secara langsung menggunakan alat anemometer. Pada tahap ini dilakukan pengukuran sebanyak tiga kali yang mana hasil tersebut akan di rata-rata. Pada pengukuran dan perhitungan didapatkan nilai total GVR sebesar 2322,864 m<sup>3</sup>/jam. Pada perhitungan pergantian udara per jam didapatkan hasil 9,2 kali/jam. Pada kali ini masih dibilang aman karena menurut Standar pergantian udara per jam dari SNI, data ini telah memenuhi standar yang mana batas pergantian udara minimal 6 kali/jam. Untuk waktu pergantian udara didapatkan hasil sebesar 0,1087 jam/6,522 menit. Untuk perhitungan kebutuhan udara per satuan luas didapatkan hasil sebesar 0,613 m<sup>3</sup>/menit. Selain itu, untuk perhitungan kebutuhan laju udara per orang didapatkan hasil sebesar 5,53 (m<sup>3</sup>/menit)/orang. Jumlah orang didalam ruangan ada 6 diantaranya 4 orang tim pengukur dan 1 orang dosen dan 2 orang mahasiswa yang mana keluar masuk. Berdasarkan tabel SNI kebutuhan laju udara per orang sudah memenuhi yaitu diatas 0,61 (ruang kerja). Maka dari itu, dapat disimpulkan bahwa pada lab motor bakar sudah memiliki sistem ventilasi yang baik dikarenakan sudah memenuhi standar dari SNI.

### **d) Pengendalian**

Meskipun pada pengukuran dan perhitungan sudah sesuai SNI. Namun, pada area kerja ini tetap harus dilakukan pengendalian agar didapatkan kondisi ventilasi udara yang aman, yaitu dilakukan pengendalian bahaya sesuai hirarki; tahap eliminasi tidak dapat dilakukan karena potensi bahaya tidak bisa dihilangkan, tahap substitusi atau pergantian ventilasi tidak bisa dilakukan karena akan mengganggu proses kedepannya, tahap rekayasa teknik tidak perlu dilakukan karena kebutuhan ventilasi telah memenuhi standar yang ditentukan, tahap pengendalian administrasi

dapat dilakukan dengan cara melakukan pengawasan, perawatan, dan pengukuran secara berkala terutama pada peralatan yang terkait dengan sumber ventilasi udara, tahap penggunaan APD tidak diperlukan/kurang tepat dikarenakan potensi bahaya bersumber dari sirkulasi udara.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis data pengukuran dengan standar SNI pada kondisi ventilasi udara terkait *general ventilation rate*, pergantian udara per jam, perhitungan waktu pergantian udara per jam, perhitungan kebutuhan udara per satuan luas perhitungan laju udara per orang pada laboratorium motor bakar di salah satu instansi pendidikan di Surabaya.

1. Kondisi pada lab motor bakar sudah aman ditunjukkan dengan perhitungan nilai GVR sebesar 2322,864 m<sup>3</sup>/jam dan pergantian udara sebesar 9,2 kali/jam yang mana sudah sesuai dengan standar SNI sebesar 6 kali/jam. Perhitungan laju udara per orang didapatkan hasil sebesar 5,53 (m<sup>3</sup>/menit)/orang dan sudah sesuai SNI yaitu sebesar 0,61 (m<sup>3</sup>/menit)/orang.
2. Ventilasi udara pada lab motor bakar masih tetap memerlukan adanya pengendalian agar dapat mempertahankan kondisi yang baik yaitu dengan cara pengendalian administratif melakukan pembersihan serta pengukuran secara berkala terutama pada peralatan yang terkait dengan sumber ventilasi udara.

Berdasarkan hasil penelitian dan simpulan, maka diharapkan dapat memberi masukan untuk peneliti selanjutnya, khususnya penelitian yang berkaitan terkait ventilasi udara agar dilakukan secara lebih mendalam dengan memberikan bentuk analisis yang berbeda serta dapat menganalisis unsur lain dari ventilasi udara.

## DAFTAR REFERENSI

- Badan Standarisasi Nasional. (2001). Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung. Sni 03 - 6572 - 2001, 1–55.
- Bahri, S., & Mulyadi, M. (2021). Hubungan Faktor Perilaku Pekerja Dengan Kejadian Penyakit Akibat Kerja. *Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika Dan Masyarakat*, 21(1), 153. <https://doi.org/10.32382/sulolipu.v21i1.1969>
- Moeljosoedarmo, S. (2008). *Higiene Industri*. Jakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
- Poetro, Joessianto Eko; Handoko, C. R. (2013). 238 *Jurnal Teknik Mesin*, Tahun 21, No. 2, Oktober 2013. Analisis Kinerja Sistem Pendingin Arus Searah Yang

Menggunakan Heatsink Jenis Extruded Dibandingkan Dengan Heatsink Jenis Slot,  
2, 178–188.

Schrag, P. G. (2019). Global action: Nuclear test ban diplomacy at the end of the cold war. *Global Action: Nuclear Test Ban Diplomacy at the End of the Cold War*, 1–232. <https://doi.org/10.4324/9780429033735>