

PENGUKURAN KUALITAS UDARA PARTICULAT MATTER (PM_{2,5}) DALAM RUANGAN DI PT. REKIND DAYA MAMUJU

Muhammad Farhan[✉], Fahrul Islam^{ID}, Miftah Chairani^{ID}
Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Mamuju, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history

Submitted : 2024-11-06

Revised : 2025-04-28

Accepted : 2025-04-29

Keywords:

PM_{2,5};
indoor air quality;
industry;
air pollution

Kata Kunci:

PM_{2,5}; kualitas udara dalam ruangan; industry; polusi udara

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license:



ABSTRACT

According to the National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH), there are several sources of indoor pollution, one of which is pollution that comes from outside the building, for example chimney gas. PT Rekind Daya Mamuju is a company engaged in the Steam Power Plant (PLTU) business, in its production process using coal to produce steam. Burning coal in the production process produces smoke which is thought to contain PM_{2,5} which can fly into employees' work spaces. This research aims to measure and analyze the concentration of Particulate Matter (PM_{2,5}), measure humidity levels, measure lighting, measure temperature levels, measure ventilation. Measurements were carried out at several points in the PT industrial room. Rekind Daya Mamuju over a certain period of time to get representative data. This research method is descriptive research with a cross-sectional design based on measuring indoor air samples. The results of the study showed that the concentration of PM_{2,5} in one room was above the standard threshold for PM_{2,5} quality standards in the room, namely the DCS room with a PM_{2,5} level of 71.3 µg/m³, the humidity level in the room that did not meet the requirements was the workshop room with humidity content 64%. , the temperature level in the room of 26.8⁰C meets the requirements, the room whose ventilation does not meet the requirements is the workshop room. Conclusion: Average levels of PM_{2,5}, humidity, temperature, ventilation have met the requirements. This research suggests implementing mitigation measures, such as improving ventilation, use of personal protective equipment, and reducing particulate emission sources, to reduce exposure to PM_{2,5} in industrial spaces.

ABSTRAK

Menurut National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH) terdapat beberapa sumber pencemaran atau polusi di dalam ruangan, salah satunya yaitu pencemaran yang berasal dari luar gedung, misalnya gas cerobong asap. PT Rekind Daya Mamuju adalah perusahaan yang bergerak dibidang usaha Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), dalam proses produksinya menggunakan batubara untuk menghasilkan uap. Pembakaran batu bara dalam proses produksi tersebut menghasilkan asap yang diduga mengandung PM_{2,5} yang dapat terbang masuk ke ruang kerja pegawai. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur dan menganalisis konsentrasi Particulate Matter (PM_{2,5}), pengukuran kadar kelembapan, pengukuran pencahayaan, pengukuran kadar suhu, pengukuran ventilasi. Pengukuran dilakukan di beberapa titik dalam ruangan industry PT. Rekind Daya Mamuju selama periode waktu tertentu untuk mendapatkan data yang representative. Metode penelitian ini adalah penelitian deskriptif dengan desain crossectional berbasis pengukuran sampel udara dalam ruangan. Jumlah sampel dalam penelitian ini adalah 5 ruangan pada PT.Rekind Daya Mamuju, menggunakan teknik purposive sampling dengan pertimbangan ruangan yang menjadi dampel adalah ruangan dengan aktivitas pekerja di dalamnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi PM_{2,5} ada satu ruangan berada di atas ambang batas standar baku mutu PM_{2,5} dalam ruangan yaitu yaitu ruangan DCS dengan kadar PM_{2,5} 71,3 µg/m³, kadar kelembapan ruangan yang tidak memenuhi syarat yaitu ruangan workshop dengan kadar kelembapan 64%., kadar suhu di ruangan 26,8⁰C telah memenuhi syarat, ruangan yang ventilasinya tidak memenuhi syarat yaitu ruangan workshop. Kesimpulan :hasil pengukuran kadar PM_{2,5} di 4 ruangan memenuhi syarat dan 1 ruangan tidak memenuhi syarat, kelembapan ruangan di 4 ruangan memenuhi syarat dan 1 ruangan tidak memenuhi syarat, suhu ruangan semua ruangan memenuhi syarat, pencahayaan pada 2 ruangan memenuhi syarat dan 3 ruangan tidak memenuhi syarat, pengukuran ventilasi pada 3 ruangan menggunakan ventilasi alami, hasilnya 2 ruangan memenuhi syarat dan 1 ruangan tidak memenuhi syarat, dua ruangan lainnya menggunakan ventilasi mekanik. Penelitian ini menyarankan penerapan langkah-langkah mitigasi, seperti peningkatan ventilasi, penggunaan alat pelindung diri, dan pengurangan sumber emisi partikel, untuk mengurangi paparan PM_{2,5} di dalam ruangan industri.

✉ Corresponding Author:

Muhammad Farhan

082191357143

Email : muhammadfarhan@poltekkesmamuju.ac.id

PENDAHULUAN

Udara merupakan campuran gas yang menyelubungi planet ini. Komposisi gas dalam campuran tersebut tidak selalu tetap. Uap air dan karbon dioksida adalah komponen yang paling sering mengalami perubahan. Udara di lingkungan alami mengandung zat pencemar, baik dari sumber alami maupun akibat aktivitas manusia, seperti pembakaran lahan, emisi dari kendaraan bermotor, dan limbah industri. (Ikhwan et al., 2020).

Indonesia menempati peringkat ke-6 dari 98 negara paling berpolusi di dunia pada tahun 2019. Di tahun tersebut, rata-rata AQI (Air Quality Index) sebesar 141 dan rata-rata konsentrasi particulate matter (PM_{2,5}) sebesar 51.71 µg/m³ yang lima kali lipat diatas rekomendasi *World Health Organization* (WHO) (Oktaviani & Hustinawati, 2021).

Materi partikulat (PM_{2,5}) adalah jenis polutan berbahaya dengan berbagai ukuran, yang dapat menyebabkan tingginya angka kematian akibat paparan polusi udara. Particulate Matter kurang dari 6,9µm (PM_{2,5}), juga dikenal sebagai fine particles, adalah jenis partikulat berukuran sangat kecil yang dapat menyebabkan berbagai penyakit (Arba, 2019).

United States Environmental Protection Agency (EPA) menyatakan bahwa kadar polutan di dalam ruangan bisa mencapai 2-5 kali lipat atau bahkan hingga 100 kali lebih tinggi dibandingkan dengan tingkat polusi udara luar ruangan. Hal ini dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya gejala Sick Building Syndrome, yang bisa menyebabkan iritasi pada mata, hidung, tenggorokan, dan saluran pernapasan bagi para pekerja (United States Environmental Protection Agency (EPA), 2025).

Negara-negara maju memperkirakan bahwa kematian akibat pencemaran udara dalam ruangan setiap tahun mencapai 67% di daerah pedesaan dan 23% di daerah perkotaan. Di sisi lain, di negara-negara berkembang, kematian terkait pencemaran udara dalam ruangan diperkirakan mencapai 9% di daerah perkotaan dan sekitar 1% di daerah pedesaan dari total kematian (Rumampuk et al., 2021).

Menurut National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH), terdapat berbagai sumber pencemaran di dalam ruangan, salah satunya adalah pencemaran yang berasal dari luar gedung, seperti gas dari cerobong asap (Indanazulfa Qurrota A'yun, 2023). PT. Rekind Daya Mamuju adalah perusahaan yang bergerak dibidang usaha Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), dalam proses produksinya menggunakan batubara untuk menghasilkan uap. Pembakaran batu bara dalam proses produksi tersebut menghasilkan asap yang diduga mengandung PM_{2,5} yang dapat terbang masuk ke ruang kerja pegawai. Selain itu, belum pernah dilakukan penelitian terkait pengukuran PM_{2,5} di dalam ruangan di PT. Rekind Daya Mamuju.

METODE

Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah descriptif dengan desain cross sectional berbasis pengukuran sampel udara dalam ruangan.

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Bulan Februari-Maret 2024. Lokasi dalam penelitian ini adalah PT. Rekind Daya Mamuju 2 X 25 MW. Dusun Talaba Desa Belang-Belang, Kec.Kalukku, KAB. Mamuju, Provinsi Sulawesi Barat.

Populasi dan Sampel

Populasi pada penelitian ini adalah seluruh ruangan di PT. Rekind Daya Mamuju yang terdapat aktivitas karyawan atau pekerja didalamnya sebanyak 5 ruangan yaitu Admin, DCS, MPH, Workshop, WTP. Sedangkan Sampel pada penelitian ini adalah semua ruangan yang memiliki aktivitas pekerja didalamnya.

Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian ini adalah kuisioner, dan alat ukur yang digunakan untuk mengukur suhu, kelembaban menggunakan alat Thermohyrometer Type Extech 445815 dengan cara meletakkan alat selama 5 menit pada titik yang ingin di ukur, serta kadar partikel PM_{2,5} menggunakan Partickel Counter Type HT-9600 dengan cara melakukan pengambilan sampel dengan menekan tombol run selama 50 detik, di dalam ruangan PT. Rekind Daya Mamuju.

Pengolahan dan Analisis Data

Metode pengolahan data yang diterapkan dalam penelitian ini mencakup proses editing data, entry, dan tabulasi. Editing merujuk pada langkah pengecekan integritas data untuk memastikan kelengkapan informasi. Setelah proses editing, dilanjutkan dengan data entry, di mana data dimasukkan ke dalam perangkat lunak seperti Microsoft. Tahap selanjutnya adalah tabulasi, yang melibatkan pembuatan tabel sesuai dengan tujuan penelitian atau preferensi peneliti agar hasil penelitian dapat dengan mudah dibaca dan dipahami oleh pembaca. Analisis data pada penelitian ini menggunakan statistic deskriptif yaitu menggambarkan hasil pengukuran suhu, kelembaban, serta hasil pengukuran kadar partikel PM_{2,5} dalam ruangan di PT. Rekind Daya Mamuju.

HASIL PENELITIAN

Tabel 1. Distribusi Frekuensi Karakteristik Responden

Karakteristik Responden	n
Umur	
17- 25 tahun	3
26- 35 tahun	24
Pendidikan Terakhir	
Perguruan Tinggi	20
SMA sederajat	7
Lama Kerja (Dalam Tahun)	
1-5 tahun	8
6-10 tahun	18
>10 tahun	1
Unit / Bagian	
Admin	1
DCS	12
MPH	6
Workshop	4
WTP	4

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa kategori umur responden tertinggi pada kategori umur responden 26-35 tahun sebanyak 24 responden, bahwa pendidikan terakhir responden tertinggi adalah perguruan tinggi yaitu sebanyak 20 responden, kategori lama kerja (dalam tahun) responden tertinggi pada kategori 6-10 tahun sebanyak 18 responden, dan unit/bagian responden paling banyak adalah di ruang DCS sebanyak 12 responden.

Berdasarkan Tabel 2 diperoleh hasil pengukuran PM_{2,5} tertinggi yaitu di ruangan DCS dengan rata-rata kadar mencapai 71,3 µg/m³. Sedangkan pengukuran PM_{2,5} terendah yaitu di ruangan MPH dengan rata-rata kadar mencapai 2 µg/m³. Hasil pengukuran PM_{2,5}, 1 ruangan tidak memenuhi syarat yaitu ruangan DCS, dan 4 ruangan lainnya memenuhi syarat, ruangan admin, MPH, workshop dan WTP.

Tabel 2. Rata-Rata kadar PM_{2,5} di ruang PT. Rekind Daya Mamuju Tahun 2024

No	Ruangan	Kadar (µg/m ³) Dan Waktu			Rata-Rata (µg/m ³)	Keterangan	Standar Baku Mutu (Permenkes No 2 Tahun 2023)
		Pagi	Siang	Sore			
1.	Admind	7	7	13	9	Memenuhi syarat	“ 5 µg/m ³ “
2.	MPH	2	2	2	2	Memenuhi syarat	
3.	DCS	132	68	14	71,3	Tidak memenuhi syarat	
4.	Workshop	14	4	4	7,3	Memenuhi syarat	
5.	WTP	4	3	3	3,3	Memenuhi syarat	

Berdasarkan Tabel 3 diperoleh hasil pengukuran kelembapan tertinggi yaitu ruang workshop dengan kelembapan mencapai 64% dan kelembapan terendah yaitu ruang MPH dengan kelembapan mencapai 42%. Hasil pengukuran kelembapan 1 ruangan tidak memenuhi syarat yaitu ruangan DCS, dan 4 ruangan lainnya memenuhi syarat, ruangan admin, MPH, workshop dan WTP.

Tabel 3. Distribusi Rata-Rata kadar Kelembapan di ruang PT. Rekind Daya Mamuju Tahun 2024

Ruangan	Kelembapan	Keterangan	Standar Baku Mutu (Permenkes N0 2 Tahun 2023)
Admind	56%	Memenuhi syarat	40% -60%
MPH	42%	Memenuhi syarat	
DCS	52%	Memenuhi syarat	
Workshop	64%	Tidak memenuhi syarat	
WTP	46%	Memenuhi syarat	

Berdasarkan Tabel 4 diperoleh hasil pengukuran suhu tertinggi yaitu ruang workshop dengan suhu mencapai 28,2⁰C, sedangkan pengukuran suhu terendah yaitu ruang Admind dengan suhu mencapai 25,1⁰C. Hasil pengukuran suhu ruangan menunjukkan semua ruangan memenuhi syarat.

Tabel 4. Distribusi Rata-Rata Suhu Dalam Ruang di PT. Rekind Daya Mamuju Tahun 2024

Ruangan	Suhu	Keterangan	Standar Baku Mutu (Permenkes N0 2 Tahun 2023)
Admind	25,1 ⁰ C	Memenuhi syarat	18-30 ⁰ C
MPH	25,5 ⁰ C	Memenuhi syarat	
DCS	28,1 ⁰ C	Memenuhi syarat	
Workshop	28,2 ⁰ C	Memenuhi syarat	
WTP	27,5 ⁰ C	Memenuhi syarat	

Berdasarkan Tabel 5 hasil pengukuran luas ventilasi ruangan di PT. Rekind Daya Mamuju terdapat ruangan yang memenuhi syarat yaitu ADMIND dan DCS sedangkan ruangan yang belum memenuhi syarat yaitu WORKSHOP.

Tabel 5. Distribusi Luas Ventilasi Ruangan di PT. Rekind Daya Mamuju Tahun 2024

Ruangan	Luas Lantai (m ²)	Luas Ventilasi (10% dari Luas Lantai) (m ²)	Keterangan
ADMIND	80	9	Mmenuhi Syarat
DCS	32	4,5	Memenuhi Syarat
WORKSHOP	200	12,96	Tidak Memenuhi Syarat

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian diatas, maka disusunlah pembahasan dari setiap variabel sebagai berikut:

1. PM_{2,5}

Berdasarkan hasil pengukuran kadar PM_{2,5} yang dilakukan di ruangan PT. Rekind Daya Mamuju kadar tertinggi yaitu 71,3 µg/m³ dan kadar terendah adalah 2 µg/m³. Rata-rata kadar PM_{2,5} di ruangan PT. Rekind Daya Mamuju yaitu 18,58 µg/m³. Dari 5 ruangan yang dijadikan sampel ada satu ruangan berada diatas ambang batas standar baku mutu PM_{2,5} dalam ruangan yaitu 25 µg/m³ (Permenkes No 2 Tahun 2023) yaitu ruangan DCS dengan kadar PM_{2,5} 71,3 µg/m³. Penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian (Novirsa & Achmadi, 2012) bahwa rata-rata konsentrasi PM_{2,5} di dalam ruangan industri tidak menunjukkan nilai yang melewati baku mutu. Namun, terdapat beberapa titik yang masih melewati nilai baku mutu.

Tingginya kadar PM_{2,5} di ruangan DCS tidak berkaitan dengan kualitas fisik udara dalam hal ini kelembapan, suhu, dan pencahayaan. Ruangan DCS merupakan yang digunakan oleh operator untuk mengoperasikan dan mengawasi mesin-mesin turbin, ruangan DCS ini berlokasi sangat dekat dengan tempat penampungan batu bara . Tingginya konsentrasi PM_{2,5}, di ruang DCS kemungkinan disebabkan karna dekat dengan tempat penampungan batu bara dan ventilasi sering dibuka tutup sehingga PM_{2,5} berpotensi besar masuk ke dalam ruangan. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan faktor yang mempengaruhi tingginya kadar PM_{2,5} dalam ruangan adalah industri memiliki ventilasi yang terlalu terbuka , sehingga PM_{2,5} berpotensi masuk ke dalam ruangan (Regia et al., 2021). Penelitian oleh (Shin et al., 2023) menunjukkan bahwa rumah dengan ventilasi yang tidak memadai memiliki kadar PM_{2,5} dua kali lipat lebih tinggi dibandingkan dengan rumah yang memiliki ventilasi baik..

Selain itu, faktor lain yang bisa jadi menjadi faktor penyebab tingginya kadar PM_{2,5} di ruang DCS adalah karna adanya perilaku karyawan yang merokok di dalam ruangan, hal ini sejalan dengan penelitian terbaru menunjukkan bahwa ruangan dengan aktivitas merokok memiliki konsentrasi PM_{2,5} yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan ruangan tanpa aktivitas merokok. Penelitian juga menunjukkan bahwa konsentrasi PM_{2,5} di dalam ruangan dapat mencapai lebih dari 400 µg/m³ di lingkungan dengan aktivitas merokok (Vardoulakis et al., 2020).

PM_{2,5} adalah partikel debu yang terdiri dari campuran kompleks partikel padat dan cair yang sangat kecil yang ada di udara (Nirmala & Prasasti, 2015). Jenis partikulat yang sedang banyak diteliti saat ini adalah PM_{2,5} (partikulat dengan ukuran kurang dari 2,5µm) karena sifatnya yang mampu menembus hingga bagian terdalam paru-paru dan kandungannya yang dapat masuk ke dalam aliran darah (Sembiring, 2020). PM_{2,5} yang dihasilkan dari aktivitas industri biasanya mengandung berbagai material seperti logam berat dan sulfur dioksida. Menurut Environmental Protection Agency dalam laporan World Bank, diperkirakan 90% dari PM_{2,5} yang dilepaskan ke udara mengandung sulfur dioksida (SO₂). Material-material ini dapat menyebabkan berbagai gangguan pada saluran pernapasan, seperti infeksi saluran pernapasan akut (ISPA), kanker paru-paru, penyakit kardiovaskular, kematian dini, dan penyakit paru-paru obstruktif kronis. Gangguan-gangguan ini disebabkan oleh inflamasi dan kerusakan yang diakibatkan oleh paparan PM_{2,5} yang masuk ke dalam saluran pernapasan (Novirsa & Achmadi, 2012).

Untuk menurunkan kadar PM_{2,5} dalam ruangan, beberapa solusi dapat dilakukan antara lain menggunakan pembersih udara dengan filter HEPA, memasang system ventilasi mekanis atau hibrida, mengurangi sumber polusi di dalam ruangan seperti merokok dan menambahkn tanaman dalam ruangan sebagai penyerap polutan di dalam ruangan. Penggunaan air purifier yang menggunakan filter HEPA berhasil menurunkan konsentrasi PM_{2,5} sebesar 90% pada ruangan. (Suryantoro & Kusriyanto, 2023). Tanaman cemara kipas memiliki hasil evaluasi kriteria ekologi sebesar 66,7 % dalam menurunkan konsentrasi PM_{2,5} (Serlina et al., 2023).

2. Kelembapan

Berdasarkan hasil pengukuran kelembapan yang dilakukan di ruangan PT. Rekind Daya Mamuju kelembapan tertinggi yaitu 64% dan kelembapan terendah yaitu 42%. Rata-rata kelembapan di ruangan PT. Rekind Daya Mamuju yaitu 52% dan telah memenuhi syarat standar baku mutu kelembapan ruangan yaitu 40%-60% (Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023, 2023). Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian (Busyairi et al., 2017) yang menyimpulkan rata-rata kelembapan di ruang kerja PLTU Embalut telah memenuhi baku mutu.

Meskipun rata-rata kelembapan di ruang kerja PT. Rekind Daya Mamuju telah memenuhi syarat tapi ada 1 ruangan yang tidak memenuhi syarat yaitu ruangan workshop dengan kadar kelembapan 64%. Ruangan workshop merupakan ruangan yang digunakan oleh helper atau karyawan untuk memperbaiki perataan dan truk pengangkutan yang rusak. Berdasarkan pengamatan dilokasi penelitian penyebabnya adalah suhu diruangan tersebut yang tergolong tinggi yaitu 28,2⁰C dan dari hasil pengukuran ventilasi diruangan tersebut belum memenuhi syarat kemudian jarang dibuka. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya bahwa saat kelembapan udara tinggi maka udara banyak mengandung air sehingga massa polutan menjadi lebih berat dan tidak dapat bertahan lama di udara. Polutan kemudian jatuh ke tanah sehingga jumlah partikulat berkurang dan menurunkan nilai konsentrasi PM_{2,5} (Purbakawaca et al., 2018), begitu pula dengan penelitian yang dilakukan oleh Dewi tahun 2021 yang mengatakan bahwa ventilasi yang tidak kuat 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 (Dewi et al., 2021).

Kelembapan mengacu pada jumlah air yang ada di udara, dinyatakan dalam persentase. Ketika udara sangat panas dan kelembapan tinggi, tubuh akan kehilangan panas secara signifikan melalui penguapan, dan denyut jantung akan meningkat karena sirkulasi darah menjadi lebih aktif untuk memenuhi kebutuhan oksigen. Kondisi lingkungan kerja yang berada di bawah Nilai Ambang Batas (NAB) perlu diperbaiki demi kenyamanan dan keselamatan kerja (Faritsy & Nugroho, 2017).

Kelembapan dalam ruangan dapat dijaga dengan memperbaiki ventilasi, memastikan aliran udara di dalam ruangan lancar, menggunakan dehumidifier atau AC, mengatur suhu ruangan dan menghindari kegiatan yang menambah kelembapan. Serta harus rutin memerikan dan memperbaiki kebocoran air di dalam ruangan (Rezalti & Susetyo, 2020). Penggunaan dehumidifier mampu menurunkan kelembapan hingga 12% dan kadar kelembapan menjadi 65% (Rezalti & Susetyo, 2020).

3. Pencahayaan

Berdasarkan hasil pengukuran pencahayaan yang dilakukan di ruangan PT. Rekind Daya Mamuju pencahayaan tertinggi yaitu 82,6 Lux dan pencahayaan terendah yaitu 13,42 Lux. Rata-rata pencahayaan di ruangan PT. Rekind Daya Mamuju yaitu 62,30 Lux dan memenuhi standar baku mutu pencahayaan ruangan yaitu minimal 60 Lux (Permenkes No 2 Tahun 2023). Hasil ini sejalan dengan penelitian (Rizal, 2024), bahwa rata-rata hasil pengukuran pencahayaan di ruang telah memenuhi syarat standar baku pencahayaan.

Namun meskipun rata-rata keseluruhan ruangan jika dirata-ratakan memenuhi syarat, tetapi masih ada 3 ruangan yang dibawah standar baku mutu atau tidak memenuhi syarat yaitu ruang Admind 13,42 Lux, raung Workshop 41,8 Lux, raung WTP 41,2 Lux. Berdasarkan pengamatan dilokasi penelitian penyebabnya adalah disebabkan oleh tirai jendela yang selalu tertutup di

beberapa titik jauhnya jarak antara lampu dengan bidang kerja, cahaya ruangan yang redup dan kurangnya daya (watt) dari lampu yang ada.

Pencahayaan adalah tingkat intensitas cahaya yang dipancarkan dari sumber cahaya dan menyebar ke seluruh ruangan. Pencahayaan diukur dalam satuan lux menggunakan alat yang disebut luxmeter (Saefullah & Basrowi, 2022). Pencahayaan sangat berpengaruh terhadap kemampuan manusia untuk melihat objek secara jelas dan cepat tanpa kesalahan. Kemampuan mata untuk melihat objek dengan jelas ditentukan oleh ukuran objek, tingkat kontras antara objek dan lingkungannya, luminasi (kecerahan), serta durasi waktu yang diperlukan untuk melihat objek tersebut berdasarkan jenis aktivitas. Selain itu, jika ruangan terlalu gelap, perlu dilakukan penambahan jumlah lampu untuk memenuhi standar mutu yang ditetapkan (Faritsy & Nugroho, 2017).

Menurut (Jannah et al., 2022) Salah satu faktor fisik yang dapat mengganggu kenyamanan, keamanan dan produktivitas seseorang dalam bekerja adalah pencahayaan, penelitian lain juga mengatakan bahwa Studi lain mengindikasikan bahwa pencahayaan yang tidak memadai dapat meningkatkan risiko kecelakaan kerja dan masalah kesehatan seperti sakit kepala dan gangguan penglihatan (Putra et al., 2021). Pencahayaan yang baik di tempat kerja dapat membantu mengurangi risiko kecelakaan dan meningkatkan kenyamanan kerja, yang pada gilirannya meningkatkan keselamatan dan kesehatan kerja secara keseluruhan (Herdiman et al., 2020).

4. Suhu

Berdasarkan hasil pengukuran suhu yang dilakukan di ruangan PT. Rekind Daya Mamuju suhu tertinggi yaitu 28,2^oC dan suhu terendah adalah 25,1^oC. Rata-rata suhu di ruangan PT. Rekind Daya Mamuju yaitu 26,8^oC. Dari 5 ruangan yang dijadikan sampel semuanya sesuai dengan ambang batas atau standar baku mutu suhu ruangan yaitu 18-30^oC (Permenkes No 2 Tahun 2023). Penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian (Arifah et al., 2023) bahwa hasil pengukuran suhu pada ruangan kerja karyawan rata-rata telah memenuhi standar baku mutu, penelitian lain yang dilakukan (Laila, 2023), hasil pengukuran suhu dalam ruangan telah memenuhi standar yaitu 18-30^oC (Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023, 2023).

Menurut Mukono 2014, suhu udara sangat berperan dalam kenyamanan bekerja, suhu ruang kerja yang terlalu dingin dapat menimbulkan gangguan bekerja bagi karyawan, seperti gangguan konsentrasi sedangkan suhu yang panas dapat menyebabkan heat stress serta menurunkan kualitas udara dalam ruang dan mempengaruhi kenyamanan manusia yang tinggal atau bekerja dalam ruang kerja (Mukono, 2014).

Suhu udara pada suatu tempat bisa mempengaruhi seseorang dalam melakukan aktifitasnya termasuk karyawan dalam melakukan pekerjaannya. Sehingga perlu adanya pengaturan suhu ruangan agar semua karyawan merasa nyaman dalam bekerja. Suhu yang diperbolehkan untuk ruang industri yaitu antara 18 -30 °C (Saefullah & Basrowi, 2022).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Dewi et al., 2021) menemukan bahwa kualitas udara dalam ruangan, termasuk suhu dan kelembaban, dapat menyebabkan berbagai gangguan kesehatan pada pekerja. Faktor-faktor seperti ventilasi yang buruk, kontaminan dari dalam dan luar ruangan, serta bahan bangunan berkontribusi terhadap penurunan kualitas udara dan kesehatan pekerja.

Penelitian lain menunjukkan bahwa ditemukan bahwa kualitas udara dalam ruangan yang buruk, termasuk suhu yang tidak memadai, dapat meningkatkan konsentrasi PM_{2,5}. PM_{2,5} ini mampu mencapai alveoli paru-paru dan menyebabkan gangguan kesehatan seperti pneumonia, terutama pada balita (Dwi Maniksulistya et al, 2018).

5. Ventilasi

Berdasarkan hasil pengukuran ventilasi terdapat 3 ruangan yang menggunakan ventilasi alami yaitu ruang DCS, ADMIND, WORKSHOP, dan 2 ruangan yang menggunakan ventilasi mekanik yaitu ruang MPH dan WTP. Setelah dilakukan pengukuran terhadap ventilasi alami ada 1 ruangan yang ventilasinya tidak memenuhi syarat yaitu ruangan workshop yang luas ventilasinya tidak sesuai standar yaitu 10 % dari luas lantai. Ruangan workshop merupakan ruangan yang digunakan oleh helper atau karyawan untuk memperbaiki peralatan dan truk pengangkutan yang rusak.

Ventilasi adalah kondisi sirkulasi udara yang masuk dan keluar dari suatu ruangan. Ventilasi yang tidak memadai merupakan penyebab utama keluhan mengenai kualitas udara dalam ruangan. Biasanya, masalah ventilasi dapat meningkatkan kontaminasi di ruang kerja hingga pada tingkat yang mengganggu atau mengurangi kenyamanan pekerja. Dampaknya terhadap kesehatan terutama terjadi pada pekerja yang lebih rentan. Sebagian besar masalah kualitas udara dalam ruangan sering kali disebabkan oleh lebih dari satu faktor yang saling mempengaruhi, termasuk kelembaban (Dewi et al., 2021).

Kualitas udara dalam ruangan (Indoor Air Quality/IAQ) sangat bergantung pada sistem ventilasi yang digunakan. Ventilasi yang tidak memadai dapat menyebabkan penumpukan polutan seperti partikel debu, senyawa organik volatil (VOC), dan mikroorganisme. Penelitian menunjukkan bahwa ventilasi yang baik dapat mengurangi konsentrasi polutan ini, sehingga menurunkan risiko gangguan kesehatan seperti alergi, asma, dan infeksi saluran pernapasan (Jones, 1999). Selain itu, penelitian lain menyatakan bahwa ventilasi yang buruk menyebabkan penumpukan polutan udara dalam ruangan, termasuk PM_{2,5}, yang berkontribusi terhadap gangguan kesehatan pekerja seperti sakit kepala, iritasi mata, dan masalah pernapasan (Dwi Maniksulistya, 2018).

Untuk memperbaiki ventilasi yang tidak memenuhi syarat beberapa solusi yang dapat dilakukan adalah membuka jendela secara teratur, menggunakan exhaust fan, menjaga kebersihan ruangan dan mengurangi penggunaan bahan kimia sehingga dapat memperbaiki kualitas udara dalam ruangan. Perbaiki desain ruangan, termasuk penambahan atau penataan ulang jendela dan lampu LED, menjadi Langkah krusial untuk meningkatkan kenyamanan pencahayaan dan sirkulasi udara (Prabowo Sigit, 2024).

6. Perilaku merokok dalam ruangan

Berdasarkan hasil penelitian responden yang memiliki perilaku merokok dalam pada karyawan di PT. Rekind Daya Mamuju diperoleh data responden yang sering merokok di dalam ruangan yaitu sebanyak 6 responden pada ruangan DCS. Dengan demikian perilaku merokok kemungkinan menjadi salah satu faktor tingginya kadar PM_{2,5} di ruangan DCS, hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa bahwa merokok dalam ruangan secara signifikan meningkatkan konsentrasi PM_{2,5} (Wei & Semple, 2023).

Selain itu, penelitian lain menunjukkan bahwa aktivitas merokok di ruangan juga meningkatkan kadar PM_{2,5} secara signifikan. Studi ini menemukan bahwa ruangan yang digunakan untuk merokok memiliki konsentrasi PM_{2,5} yang lebih tinggi dibandingkan dengan ruangan lain (Zhang et al., 2023).

PM_{2,5}, atau partikel dengan diameter kurang dari 2.5 mikrometer, berasal dari pembakaran tembakau dan merupakan komponen utama asap rokok. Saat rokok dibakar, partikel ini dilepaskan ke udara dan karena ukurannya yang sangat kecil, mereka dapat tetap melayang di udara untuk waktu yang lama, meningkatkan konsentrasi PM_{2,5} di dalam ruangan (Tran et al., 2020).

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari lima ruangan yang diteliti, sebagian besar memenuhi syarat untuk parameter suhu dan kelembaban, namun pencahayaan dan ventilasi masih bermasalah di beberapa ruangan, khususnya ruangan DCS. Konsentrasi PM_{2,5} tidak memenuhi syarat di satu ruangan. Penelitian merekomendasikan langkah mitigasi seperti peningkatan ventilasi (alami dan mekanik), penggunaan dehumidifier, penambahan tanaman penyerap polutan, penggunaan APD, serta pengurangan sumber emisi partikel. Untuk meningkatkan kesehatan dan keselamatan kerja di PT. Rekind Daya Mamuju, disarankan perbaikan sistem ventilasi dan pencahayaan (dengan memanfaatkan cahaya alami), pengukuran kualitas udara secara berkala, kewajiban penggunaan dan pelatihan APD, serta edukasi tentang bahaya PM_{2,5} dan merokok di dalam ruangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari lima ruangan yang diteliti, sebagian besar memenuhi syarat untuk parameter suhu dan kelembaban, namun pencahayaan dan ventilasi masih bermasalah di beberapa ruangan, khususnya ruangan DCS. Konsentrasi PM_{2,5} tidak memenuhi syarat di satu ruangan. Penelitian merekomendasikan langkah mitigasi seperti peningkatan ventilasi (alami dan mekanik), penggunaan dehumidifier, penambahan tanaman penyerap polutan, penggunaan APD, serta pengurangan sumber emisi partikel. Untuk meningkatkan kesehatan dan keselamatan kerja di PT. Rekind Daya Mamuju, disarankan

perbaikan sistem ventilasi dan pencahayaan (dengan memanfaatkan cahaya alami), pengukuran kualitas udara secara berkala, kewajiban penggunaan dan pelatihan APD, serta edukasi tentang bahaya PM_{2,5} dan merokok di dalam ruangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arba, S. (2019). Kosentrasi Respirable Debu Particulate Matter (Pm_{2,5}) Dan Gangguan Kesehatan Pada Masyarakat Di Pemukiman Sekitar PLTU. *Promotif: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 9(2), 178–184. <https://jurnal.unismuhpalu.ac.id/index.php/PJKM/article/view/963>
- Arifah, N., Sunarno, J. M., & Suseno, B. (2023). Gambaran Faktor Risiko Lingkungan Fisik Rumah Pada Kejadian ISPA Balita di Wilayah Kerja UPTD Puskesmas Banajrnegara 2 Tahun 2023. *Media Sains*, 9(1), 43–49.
- Busyairi, M., Nurlaila, R., & Meicahayanti, I. (2017). Identifikasi Potensi Bahaya Kerja dan Pengukuran Fisik Bangunan Kerja di Laboratorium PLTU Embalut. *Seminar Nasional IENACO*, 202–214.
- 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>
- Dwi Maniksulistya; Haryoto Kusnoputranto, supervisor; Ririn Arminsih Wulandari, examiner; Dwindi Ramadhoni, examiner; Diah Wati Soetojo, E. (2018). Hubungan PM_{2,5} dalam udara ruang rumah dengan kejadian pneumonia pada balita di Kecamatan Sungai Raya, Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat tahun 2017 = The effect of PM_{2.5} in air room house with pneumonia incidence in toddlers in Sungai Raya District,. *Universitas Indonesia Library*.
- Faritsy, A. Z. Al, & Nugroho, Y. A. (2017). Pengukuran Lingkungan Kerja Fisik dan Operator untuk Menentukan Waktu Istirahat Kerja. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 16(2), 108. <https://doi.org/10.23917/jiti.v16i2.3379>
- Herdiman, L., Suhardi, B., & Setiawan, A. H. (2020). Kajian Pengaruh Kebisingan, Temperatur, Dan Pencahayaan Terhadap Performansi Kerja Operator Produksi Dengan Pendekatan Desain Eksperimen (Studi Kasus PT. Reksa Prima Daya). *Performa: Media Ilmiah Teknik*, 6(1), 73–81. <https://jurnal.uns.ac.id/performa/article/view/12826>
- Ikhwan, P., Triyanto, D., & Suhardi. (2020). Sistem Monitoring Kualitas Udara Secara Realtime Dengan Peringatan Bahaya Kualitas Tidak Sehat Menggunakan Push Notification. 7(2), 9–19. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jcskommipa/article/view/41539>
- Indanazulfa Qurrota A'yun, R. U. (2023). Polusi Udara dalam Ruangan dan Kondisi Kesehatan: Analisis Rumah Tangga Indonesia. *Jurnal Ekonomi Dan Pembangunan Indonesia*, 23(1), 16–26. <https://doi.org/10.21002/jepi.2022.02>
- Jannah, F. R., Sahri, M., Ayu, F., & Winarno, B. (2022). Analisis Hubungan Sistem Pencahayaan dengan Kelelahan Mata pada Pegawai Perkantoran. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(13), 118–119.
- Jones. (1999). Indoor air quality and health. *Atmospheric Environment*, 43. *Atmospheric Environment*, 33(28). <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1352231099002721?via%3Dihub>
- Laila, N. N. (2023). Kualitas Udara Dalam Ruang Berdasarkan Faktor Fisik Dan Kimia Di Perpustakaan Universitas Indonesia Maju. *Journal of Industrial Hygiene and Occupational Health*, 7(2), 185–197. <https://doi.org/10.21111/jihoh.v7i2.8994>
- Mukono. (2014). *Pencemaran udara dalam ruangan Berorientasi Masyarakat* (1st ed.).
- Nirmala, D. S., & Prasasti, C. I. (2015). Konsentrasi PM_{2.5} dan Analisis Karakteristik Pekerja Terhadap Keluhan Kesehatan Pekerja Pengasapan Ikan di Kelurahan Tambak Wedi Surabaya. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 8(1), 57. <https://media.neliti.com/media/publications/104958-ID-none.pdf>
- Novirsa, R., & Achmadi, U. F. (2012). Analisis Risiko Paparan PM_{2,5} di Udara Ambien Siang Hari terhadap Masyarakat di Kawasan Industri Semen. *Kesmas: National Public Health Journal*, 7(4), 173. <https://doi.org/10.21109/kesmas.v7i4.52>
- Oktaviani, A., & Hustinawati. (2021). Prediksi Rata-Rata Zat Berbahaya di DKI Jakarta Berdasarkan Indeks Standar Pencemaran Udara Menggunakan Metode Long Short-Term Memory. *Jurnal Ilmiah Informatika Komputer*, 26(1), 41–55. <https://doi.org/10.35760/ik.2021.v26i1.3702>
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023, 151 Kemenkes Republik Indonesia Hal 10 (2023). <https://peraturan.bpk.go.id/Details/245563/permenkes-no-2-tahun-2023>

- Prabowo Sigit, R. I. (2024). Evaluasi Kenyamanan Pencahayaan Alami Pada Ruang Produksi Ikm Semanggi Harmony. *Seminar Ilmiah Arsitektur, Siar V*, 559–564. <https://proceedings.ums.ac.id/siar/article/view/4242>
- Purbakawaca, R., Sawitri, K. N., Rido, M., Irvan, A., Kumala, O. L., Nurjaman, J., Zebua, H. K., Andini, E. F., & Amalia, L. (2018). Rancang Bangun Alat Ukur Pm10 Rendah Biaya Menggunakan Sensor Debu Gp2Y1010Au0F. *Journal Online of Physics*, 3(1), 6–13. <https://doi.org/10.22437/jop.v3i1.4390>
- Putra, R. N. G., Nugraha, A. E., & Herwanto, D. (2021). Analisa Pengaruh Intensitas Pencahayaan Terhadap Kelelahan Mata Pekerja. *Jurnal Teknik*, 15(1), 81–97. <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/teknika/article/view/3334>
- Regia, R. A., Bachtiar, V. S., & Solihin, R. (2021). Analisis Risiko Kesehatan Akibat Paparan Particulate Matter 2,5 (PM_{2,5}) Dalam Rumah Tinggal di Perumahan X Kawasan Industri Semen. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 19(3), 531–540. <https://doi.org/10.14710/jil.19.3.531-540>
- Rezalti, D. T., & Susetyo, A. E. (2020). Kadar Suhu Dan Kelembaban Di Ruang Produksi Wedang Uwuh Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa. *IEJST (Industrial Engineering Journal of The University of Sarjanawiyata Tamansiswa)*, 4(2), 70–78. <https://jurnal.ustjogja.ac.id/index.php/IEJST/article/view/9483>
- Rizal, M. F. (2024). *Tugas akhir analisis intensitas pencahayaan di tempat kerja stasiun kereta api tugu daerah istimewa yogyakarta*. <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/49796>
- Rumampuk, G. C., Poekoel, V. C., & Rumagit, A. M. (2021). Internet of Things-Based Indoor Air Quality Monitoring System Design. *Jurnal Teknik Informatika*, 7(1), 11–18.
- Saefullah, M., & Basrowi, B. (2022). Dampak Lingkungan Kerja Fisik Terhadap Kinerja Dan Kepuasan Karyawan Bagian Produksi. *Jurnal Bina Bangsa Ekonomika*, 15(2), 481–491. <https://doi.org/10.46306/jbbe.v15i2.183>
- Sembiring, E. T. J. (2020). Risiko Kesehatan Paparan Pm_{2,5} Di Udara Ambien Pada Pedagang Kaki Lima Di Bawah Flyover Pasar Pagi Asemka Jakarta. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 26(1), 101–120. <https://doi.org/10.5614/j.tl.2020.26.1.7>
- Serlina, Y., Bachtiar, V. S., & Putra, I. (2023). Analisis Konsentrasi Particulate Matter 2,5 di Udara Ambien dan Rekomendasi Tanaman Pereduksi PM_{2,5} di Perumahan Unand Blok B, Ulu Gadut, Kota Padang. *Jurnal Serambi Engineering*, 8(4), 7516–7524. <https://doi.org/10.32672/jse.v8i4.6863>
- Shin, D., Kim, Y., Hong, K.-J., Lee, G., Park, I., Kim, H.-J., Kim, S., Hwang, C.-H., Noh, K.-C., & Han, B. (2023). The Effectiveness of a Mechanical Ventilation System for Indoor PM_{2.5} in Residential Houses. *Toxics*, 11(11), 912. <https://doi.org/10.3390/toxics11110912>
- Suryantoro, H., & Kusriyanto, M. (2023). Sistem Monitoring Partikel (PM_{2.5}) Air Purifier untuk Mengetahui Kualitas Udara Berbasis Sensor PMS5003 Dan Arduino. *Indonesian Journal of Laboratory*, 4887(3), 88. <https://doi.org/10.22146/ijl.v0i3.88043>
- Tran, V. Van, Park, D., & Lee, Y.-C. (2020). Indoor Air Pollution, Related Human Diseases, and Recent Trends in the Control and Improvement of Indoor Air Quality. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(8), 2927. <https://doi.org/10.3390/ijerph17082927>
- United States Environmental Protection Agency (EPA). (2025). An Introduction to Indoor Air Quality. In EPA. <https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/introduction-indoor-air-quality>
- Vardoulakis, S., Giagloglou, E., Steinle, S., Davis, A., Sleuwenhoek, A., Galea, K. S., Dixon, K., & Crawford, J. O. (2020). Indoor exposure to selected air pollutants in the home environment: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(23), 1–24. <https://doi.org/10.3390/ijerph17238972>
- Wei, S., & Semple, S. (2023). Exposure to fine particulate matter (PM_{2.5}) from non-tobacco sources in homes within high-income countries: a systematic review. *Air Quality, Atmosphere and Health*, 16(3), 553–566. <https://doi.org/10.1007/s11869-022-01288-8>
- Zhang, S., Song, K., Ban, Q., Gong, P., Li, R., & Peng, Z. (2023). Indoor Air Quality and Smoking Control in Healthcare Environments in Northern China. *Sustainability (Switzerland)*, 15(5). <https://doi.org/10.3390/su15054041>