
ANALISIS KUALITAS UDARA PADA RUANGAN UPT PLTS DAN LABORATORIUM TEKNIK SISTEM ENERGI

ANALYSIS OF INDOOR AIR QUALITY IN UPT PLTS ROOM AND ENERGY SYSTEM ENGINEERING LABORATORY

Khoirun Naimah^{1*}, Arya Mahastra Darmawan², Muhammad Irfandi³, Putri Pradini⁴, Stefi Graf Sinaga⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Teknik Sistem Energi, Institut Teknologi Sumatera

Informasi Artikel

Dikirim Feb 6, 2023
Direvisi Apr 5, 2024
Diterima Jun 9, 2024

Abstrak

Kualitas udara dalam suatu ruangan merupakan salah satu faktor penting yang dapat mempengaruhi produktivitas seseorang dalam melakukan suatu pekerjaan. Kualitas udara yang buruk dapat disebabkan oleh adanya polusi udara. Polusi udara atau pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam udara oleh kegiatan manusia. Sehingga, pengukuran kualitas udara penting dilakukan untuk mengetahui dan menganalisa kualitas udara yang ada di ruangan 1 (UPT PLTS) dan ruangan 2 (Laboratorium Teknik Sistem Energi) Gedung Laboratorium Teknik 2 ITERA. Metode yang digunakan adalah observasi dan pengukuran langsung terhadap beberapa parameter kualitas udara yang meliputi PM_{1.0}, PM_{2.5}, PM₁₀, TVOC, HCHO, *Temperature*, *Relative Humidity*, dan *Air Quality Index (AQI)* pada November 2022. Adapun pengukuran dilakukan dengan menggunakan *Air Quality Monitor*, yaitu alat yang dapat mengukur parameter-parameter yang menentukan kualitas udara dalam ruangan (*indoor Air Quality*). Berdasarkan hasil penelitian, pada ruangan 1 diperoleh AQI *very good* dan seluruh parameter telah memenuhi standar kecuali parameter *Relative Humidity*, sedangkan pada ruangan 2 diperoleh AQI *fine* dan *Danger* dengan ada 3 parameter yang belum memenuhi standar yaitu PM_{1.0}, PM_{2.5}, dan PM₁₀.

Kata kunci: analisis, indeks kualitas udara dalam ruangan, kualitas udara dalam ruangan

Corresponding Author

Jl. Terusan Ryacudu, Way Huwi, Kec. Jati Agung, Kabupaten Lampung Selatan, Lampung, 35365
khoirun.naimah@tse.itera.ac.id

Abstract

Air quality in a room is one of the important factors that can affect a person's productivity in doing a job. Poor air quality can be caused by air pollution. Air pollution or air pollution is the entry or inclusion of substances, energy and or other components into the air by human activities. So, it is important to measure air quality to find out and analyze the air quality in the office room of UPT PLTS ITERA Engineering Laboratory Building 2. and lab activities located in the Engineering Laboratory Building 2. The method used is direct observation and measurement of several air quality parameters including PM 1.0, PM 2.5, PM 10, TVOC, HCHO, Temperature, Relative Humidity, and Air Quality Index (AQI) in November 2022. The measurements were carried out using Air Quality Monitoring, which is a tool that can measure the parameters that determine indoor air quality. Based on the

research results, in room 1 obtained AQI very good and all parameters met the standard except for the Relative Humidity parameter, while in room 2 obtained AQI fine and Danger with 3 parameters that did not meet the standard, namely PM1.0, PM2.5 and PM10.

Keywords: Air Quality Index, Analysis, Indoor Air quality

Pendahuluan

Kesehatan fisik manusia sangat dipengaruhi oleh lingkungan di sekitarnya [1]. Oleh karena itu, menjaga kebersihan lingkungan perlu dilakukan untuk menciptakan tubuh yang sehat pula. Salah satu faktor dan penunjang lingkungan yang sehat ialah kualitas udara yang memenuhi standar [2], [3], [4]. Hal tersebut dikarenakan udara mengandung oksigen yang saat dibutuhkan oleh makhluk hidup untuk bernafas. Namun selain oksigen, terdapat kandungan zat lainnya di dalam udara seperti karbon monoksida, karbon dioksida, virus, bakteri, debu dan sebagainya. Hal itu dapat menyebabkan oksigen yang ada di dalam ruangan maupun luar ruangan terkontaminasi oleh zat-zat yang berbahaya bagi Kesehatan [3]. Dalam batasan tertentu kadar zat tersebut masih dapat di netralisir oleh tubuh, tetapi jika melampaui batas standar maka dapat mengganggu kesehatan bahkan menyebabkan penyakit [3]. *World Health Organization* (WHO) mengungkapkan bahwa sumber yang menjadi pemicu masalah Kesehatan dapat berasal dari zat berbahaya yang berasal dari bangunan, material konstruksi, peralatan, proses pembakaran atau pemanasan [5].

Di masa globalisasi seperti saat ini, banyak masyarakat yang menghabiskan waktu kerjanya di dalam ruangan [6]. Kualitas udara dalam suatu ruangan menjadi faktor yang harus sangat diperhatikan terhadap kesehatan tenaga kerja [7]. Hal tersebut dikarenakan oleh keadaan dimana semakin meningkatnya jumlah orang yang menghabiskan waktunya di dalam ruangan, bentuk dan konstruksi bangunan, serta ventilasi yang tersedia dapat memengaruhi jumlah udara yang tersirkulasikan di dalam ruangan tersebut [16]. Bangunan Gedung yang dipilih dalam penelitian ini adalah bangunan Gedung Pendidikan dengan fokus pada Gedung Laboratorium Teknik 2 (Labtek 2) Institut Teknologi Sumatera (ITERA). ITERA merupakan salah satu perguruan tinggi negeri baru yang berada di provinsi Lampung, kabupaten Lampung Selatan [8]. Sebagai perguruan tinggi negeri baru, pembangunan sarana dan prasarana yang baik termasuk sarana untuk pengaturan kualitas udara yang berpengaruh terhadap Kesehatan pengguna Gedung [9], [10]. Ruangan-ruangan yang terdapat di Labtek 2 ITERA belum pernah dilakukan Analisa atau penilaian kualitas udara sejak didirikannya Gedung Labtek 2 ITERA sejak tahun 2019.

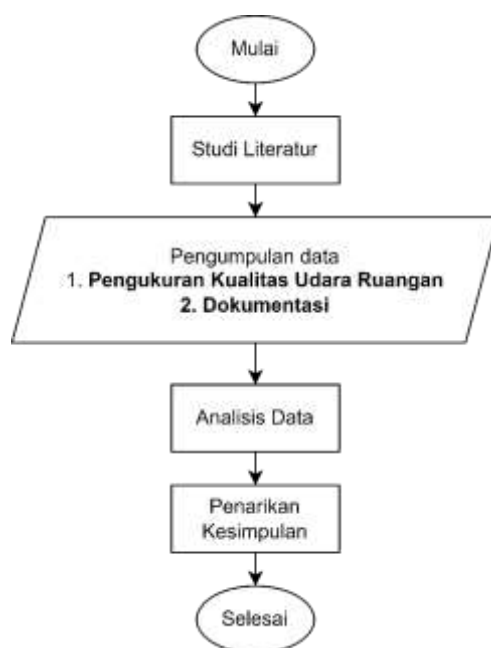
Adapun objek penelitian ini adalah ruangan yang berkaitan dengan Program Studi Teknik Sistem Energi, ITERA yaitu ruangan Unit Pelaksana Teknis (UPT) Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan ruangan Laboratorium Teknik Sistem Energi. Ruangan UPT PLTS merupakan ruangan laboratorium yang dijadikan sebagai ruangan kantor, tetapi terdapat sedikit aktivitas yang berkaitan dengan peralatan laboratorium. Sementara itu, Ruangan Laboratorium Teknik Sistem Energi merupakan ruangan yang dijadikan sebagai ruangan laboratorium dengan berbagai aktivitas laboratorium yang melibatkan banyak mahasiswa [11].

Kualitas udara terutama yang berkaitan dengan Kesehatan dan kenyamanan penghuni ruangan mengacu pada kualitas udara di dalam dan di sekitar ruangan [7]. Kualitas udara dalam ruang yang tidak memenuhi standar dapat memicu terjadinya *sick building syndrome* dengan gejala yang dirasakan umumnya seperti pusing, mual, rasa tidak nyaman pada mata, hidung, tenggorokan, kulit kering dan gatal-gatal, dan gejala lain seperti cepat merasa lelah, sensitif terhadap bau kurang sedap dan susah konsentrasi [12]. Sampai saat ini belum ada data atau belum pernah dilakukan kajian mengenai analisa kualitas udara di ruangan-ruangan tersebut. Oleh karena itu perlu adanya pengukuran/penilaian kualitas udara yang bertujuan untuk mengetahui dan menganalisa nilai kualitas udara yang ada diruangan-ruangan tersebut sesuai dengan standar kualitas udara dalam ruangan. Sehingga dapat menjadi landasan untuk pengelola ruangan/Gedung dalam mengambil tindak lanjut terhadap ruangan-ruangan tersebut. Hal ini karena efek dari penurunan kualitas udara terhadap tubuh dapat menyebabkan berbagai gangguan kesehatan seperti, seperti iritasi mata, iritasi hidung, iritasi tenggorokan, gangguan neurotoksik (sakit kepala, lemah, mudah tersinggung, susah konsentrasi), gangguan paru-paru dan pernapasan, gangguan saluran cerna, dan sebagainya [13]. Gangguan Kesehatan tersebut apabila tidak segera ditindaklanjuti maka akan mengganggu kenyamanan, menurunkan produktivitas kerja, hingga dapat menyebabkan kerugian finansial [14].

Metode Penelitian

Penelitian yang dilakukan menggunakan metode kualitatif dengan teknik pengumpulan data secara observasional, yaitu peneliti melakukan pengambilan sampel data pada ruangan tanpa mengganggu aktivitas yang ada dalam ruangan tersebut. Penelitian ini dilakukan pada 2 ruangan yaitu ruangan 1 (ruangan UPT PLTS) dan ruangan 2 (ruangan Laboratorium Teknik Sistem Energi). Pengambilan sampel data menggunakan metode *short term sampling* yaitu

dilakukan pada hari dan jam kerja selama 4-5 hari pada Semester Ganjil 2022/2023 tepatnya bulan November 2022, dengan tetap berjalannya seluruh aktivitas yang ada pada ruangan seperti biasa, sehingga dapat diketahui *indoor air quality* (IAQ) ruangan tanpa intervensi. Adapun diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1. Pada Gambar 1 dapat diketahui bahwa penelitian ini diawali dengan studi literatur dari berbagai jurnal terkait, kemudian dilakukan pengumpulan data berupa data primer melalui pengukuran parameter kualitas udara ruangan (PM1.0, PM2.5, PM10, TVOC, HCHO, *Temperature*, *Relative Humidity*, serta *Air Quality Index* (AQI)) dengan metode yang dapat dilihat pada Tabel 1, serta dokumentasi foto ruangan, kemudian dilakukan analisis data secara deskriptif dan diperoleh kesimpulan.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian
 Sumber : Penulis, 2023.

Tabel 1. Metode Pengukuran Kualitas Udara

Jenis Pengukuran	Alat	Metode
Dimensi ruangan	<i>Laser distance meter</i>	<i>Laser measurement</i>
<i>Partikulat matter</i> (PM 1.0; PM 2.5; PM 10)	<i>Air Quality Monitor</i> Dienmern DM106A	<i>Direct reading</i>
TVOC	<i>Air Quality Monitor</i> Dienmern DM106A	<i>Direct reading</i>
HCHO	<i>Air Quality Monitor</i> Dienmern DM106A	<i>Direct reading</i>
Temperatur ruangan	<i>Air Quality Monitor</i> Dienmern DM106A	<i>Direct reading</i>
<i>Relative humidity</i>	<i>Air Quality Monitor</i> Dienmern DM106A	<i>Direct reading</i>
<i>Air Quality Index</i>	<i>Air Quality Monitor</i> Dienmern DM106A	<i>Direct reading</i>

Hasil

Tabel 2. Hasil Observasi pada Ruangan UPT PLTS

Hari ke-	Parameter							
	PM 1.0 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM 2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM 10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	TVOC (mg/m^3)	HCHO (mg/m^3)	T ($^{\circ}\text{C}$)	RH (%)	AQI
1	8,00	7,00	4,00	0,481	0,052	25,50	77,00	Very Good
2	11,00	9,00	5,00	0,007	0,044	24,00	85,00	Very Good
3	18,00	14,00	8,00	0,611	0,092	25,00	86,00	Very Good
4	7,00	6,00	3,00	0,005	0,028	27,00	71,00	Very Good

Kemudian, ruangan Laboratorium Teknik Sistem Energi memiliki luas 150 m^2 dengan ventilasi alami yang terdiri dari 2 pintu besar, dan ventilasi mekanis berupa 2 unit kipas angin dengan daya 85 Watt dan 4 unit *exhaust fan* dinding. Ruangan ini difungsikan untuk kegiatan penelitian dan praktikum energi terbarukan seperti energi matahari, briket, dan biodiesel. Aktivitas di dalam ruangan selama bulan November 2022 digunakan oleh rata-rata 15-20 orang. Pengambilan data dilakukan selama 4 (empat) hari kerja dengan hasil data dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Observasi pada Ruangan Laboratorium Teknik Sistem Energi

Hari ke-	Parameter							
	PM 1.0 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM 2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM 10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	TVOC (mg/m^3)	HCHO (mg/m^3)	T ($^{\circ}\text{C}$)	RH (%)	AQI
1	124	93	60	0,104	1,999	28,9	64	Fine
2	128	96	63	0,091	1,999	28,9	63	Fine
3	61	46	29	0,091	1,999	28,5	62	Fine
4	999	999	652	0,325	1,999	28,7	65	Danger

Pembahasan

Secara umum, dari hasil penelitian yang terdapat pada Tabel 2 dan 3 menunjukkan bahwa kualitas udara kedua ruangan tersebut sangat berbeda. Ruangan UPT PLTS mempunyai nilai indeks kualitas udara (AQI) *very good*, sementara ruangan Laboratorium Teknik Sistem Energi mempunyai AQI mulai dari *fine* - *Danger* yangmana indeks tersebut berada dibawah ruangan UPT PLTS. Hal ini karena, selain karena fungsi dari kedua ruangan yang berbeda, disebabkan juga karena pada saat itu setelah adanya aktivitas praktikum pembuatan briket yang menyebabkan asap pembakaran briket terkumpul di udara dalam ruangan yang membuat kualitas udara ruangan menjadi menurun. Hal ini didukung dengan pertukaran udara ruangan yang buruk disebabkan oleh ventilasi yang tidak bekerja secara maksimal dan terdapat permasalahan teknis pada *exhaust fan* ruangan yang tidak berfungsi. Dari total *exhaust fan* sebanyak 4 unit, dua unit diantaranya memiliki permasalahan baut yang melonggar sehingga menyebabkan *exhaust fan* tidak beroperasi dengan baik. Kemudian, satu

unit lainnya bermasalah pada fan yang terkadang berputar pelan tetapi kadang tidak berputar sama sekali. Sedangkan 1 unit exhaust fan sisa bekerja dengan baik. Selain itu, kualitas udara juga diperburuk dikarenakan pertukaran udara yang tidak maksimal berupa kipas angin yang jarang dioperasikan serta jumlahnya masuk kategori kurang untuk ruangan yang terbilang luas dan juga ventilasi alami berupa pintu dan jendela yang tidak dibuka. Padahal, fungsi ventilasi sangat berguna dalam mengatur kualitas udara ruangan melalui pertukaran udara yang terjadi. Adapun parameter yang mempengaruhi nilai indeks kualitas udara tersebut adalah $PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$, PM_{10} , TVOC, HCHO, *Temperature*, dan *Relative Humidity* (RH).

Analisis kualitas udara pada ruangan 1 (ruangan UPT PLTS)

Data hasil observasi pada ruangan UPT PLTS pada Tabel 2 diperoleh untuk nilai $PM_{1.0}$ paling tinggi terdapat pada hari ke-3 yaitu $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan paling rendah terdapat pada hari ke-4 yaitu $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. $PM_{1.0}$ adalah polutan udara yang berukuran sangat kecil, sekitar 1,0 mikron (mikrometer). Untuk nilai $PM_{2.5}$ paling tinggi terdapat pada hari ke-3 yaitu $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan paling rendah pada hari ke-4 yaitu $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. $PM_{2.5}$ adalah polutan udara yang berukuran sangat kecil, sekitar 2,5 mikron (mikrometer) yang dapat bersumber dari garam laut, debu, abu vulkanik, dan hasil pembakaran seperti batubara dan biomassa. Kemudian, untuk nilai PM_{10} juga mendapatkan hasil yang sama dimana paling tinggi terdapat pada hari ke-3 yaitu $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan paling rendah pada hari ke-4 yaitu $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. PM_{10} adalah polutan udara yang berukuran sangat kecil, sekitar 10 mikron (mikrometer) atau kurang, termasuk asap, debu, jelaga, garam, asam, dan logam. Nilai ambang batas konsentrasi $PM_{2.5}$ adalah $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan PM_{10} adalah $<70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ yang dapat diterima oleh tubuh manusia dalam 24 jam [6]. Dari data tersebut, tidak ada yang melewati ambang batas dari syarat, sehingga sudah memenuhi dengan syarat yang ditentukan.

Selanjutnya data *Total Volatile Organic Compound* (TVOC) pada Tabel 2 diperoleh bahwa paling tinggi terdapat pada hari ke-3 yaitu $0,611 \text{ mg}/\text{m}^3$ dan paling rendah pada hari ke-4 yaitu $0,005 \text{ mg}/\text{m}^3$. Nilai ini dapat diperoleh dari penggunaan material seperti cat, olahan kayu, dan asbes. Kemudian, data untuk *Formaldehyde* (HCHO) paling tinggi terdapat pada hari ke-3 yaitu $0,092 \text{ mg}/\text{m}^3$ dan paling rendah terdapat pada hari ke-4 yaitu $0,028 \text{ mg}/\text{m}^3$. HCHO dihasilkan dari pembakaran bahan yang mengandung karbon dan terkandung dalam asap pada kebakaran hutan, knalpot mobil, dan asap tembakau. Kadar VOC yang dipersyaratkan maksimal 3 ppm atau $3000 \text{ mg}/\text{m}^3$ dalam waktu 8 jam dan kadar HCHO maksimal dalam suatu ruangan sebesar 0,1 ppm atau $100 \text{ mg}/\text{m}^3$ dalam 30 menit [15]. Dari

data tersebut, tidak ada yang melewati ambang batas dari syarat, sehingga sudah memenuhi dengan syarat yang ditentukan.

Nilai *Particulate Matter* (PM) pada ruangan UPT PLTS yang diperoleh baik PM_{1.0}, PM_{2.5}, dan PM₁₀ serta TVOC dan HCHO paling tinggi pada hari ke-3 karena tingginya mobilitas mahasiswa maupun pegawai keluar-masuk ruangan dan pintu lipat belakang dalam keadaan terbuka, sehingga menyebabkan debu/partikel/asap kendaraan dari luar terbawa masuk ke ruangan [15]. Sedangkan pada hari ke-4, adalah kondisinya sepi dimana tidak banyak aktivitas yang dilakukan didalam ruangan tersebut dan pintu dalam keadaan tertutup. Sementara untuk hari ke-2 dan hari ke-1 memiliki nilai dibawah hari ke-3 dan diatas hari ke-4.

Selanjutnya data terkait faktor fisik lingkungan kerja berupa *Temperature* dan RH diperoleh berada pada rentang 24-27°C dan 71-86%. Untuk standar *temperature* ruang kerja kantor dalam rangka upaya konservasi energi dan sesuai dengan kenyamanan adalah berada pada rentang 24-27°C [16], artinya ruangan tersebut sudah memenuhi standar konservasi energi. Jika dirincikan, maka pada hari ke-1 sampai hari ke-3 masuk ke dalam kategori nyaman optimal, dan hari ke-4 masuk kategori hangat optimal. Namun, untuk nilai RH adalah berada pada rentang 55-65% [16], artinya ruangan tersebut tidak memenuhi standar atau berada di atas standar atau ruangan tersebut tingkat kelembabannya tinggi, sehingga diperlukan pengaturan udara ruangan mulai dari pemanfaatan ventilasi alami, kipas angin dan dapat ditambah exhaust fan untuk dapat menjaga kelembaban supaya sesuai dengan standard yang berlaku agar tidak berdampak pada gangguan Kesehatan pengguna ruangan serta barang/fasilitas di ruangan tersebut [17], [18], [19].

Analisis kualitas udara pada ruangan 2 (ruangan Laboratorium Teknik Sistem Energi)

Data hasil observasi pada ruangan Laboratorium Teknik Sistem Energi pada Tabel 3 diperoleh untuk nilai PM_{1.0} paling tinggi terdapat pada hari ke-4 yaitu 999 µg/m³ dan paling rendah terdapat pada hari ke-3 yaitu 61 µg/m³. PM_{1.0} adalah polutan udara yang berukuran sangat kecil, sekitar 1,0 mikron (mikrometer). Untuk nilai PM_{2.5} paling tinggi terdapat pada hari ke-4 yaitu 999 µg/m³ dan paling rendah pada hari ke-3 yaitu 46 µg/m³. PM_{2.5} adalah polutan udara yang berukuran sangat kecil, sekitar 2,5 mikron (mikrometer) yang dapat bersumber dari garam laut, debu, abu vulkanik, dan hasil pembakaran seperti batubara dan biomassa. Kemudian, untuk nilai PM₁₀ juga mendapatkan hasil yang sama dimana paling tinggi terdapat pada hari ke-4 yaitu 652 µg/m³ dan paling rendah pada hari ke-3 yaitu 29

$\mu\text{g}/\text{m}^3$. PM_{10} adalah polutan udara yang berukuran sangat kecil, sekitar 10 mikron (mikrometer) atau kurang, termasuk asap, debu, jelaga, garam, asam, dan logam. Nilai ambang batas konsentrasi $\text{PM}_{2.5}$ adalah $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan PM_{10} adalah $<70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ yang dapat diterima oleh tubuh manusia dalam 24 jam [15]. Dari data tersebut, hari ke-3 PM_{10} tidak melewati ambang batas, namun selebihnya untuk hari ke-1, 2, 3, 4 untuk $\text{PM}_{1.0}$, $\text{PM}_{2.5}$ dan PM_{10} selain hari ke-3 telah melebihi ambang batas dari syarat yang ditentukan.

Nilai *Particulate Matter* (PM) pada ruangan Laboratorium Teknik Sistem Energi yang diperoleh baik $\text{PM}_{1.0}$, $\text{PM}_{2.5}$, dan PM_{10} paling tinggi pada hari ke-4 karena adanya praktikum pembuatan briket batubara yang mana untuk uji nyala hasil briket dilakukan didalam ruangan laboratorium, sehingga debu saat pembuatan briket batubara-biomassa dan asap hasil pembakaran tersebut menyebar ke seluruh ruangan dan membuat kualitas udara buruk. Selain itu, ruangan tersebut tidak cocok digunakan untuk aktivitas uji nyala briket karena minim ventilasi dan tertutup sehingga pertukaran udara didalam ruangan tidak dapat terjadi dengan baik dan cepat [20]. Selain itu juga, ruangan laboratorium tersebut jarang dibersihkan. Sehingga, kualitas udara buruk dan menyebabkan hidung gatal dan gangguan pernapasan serta dapat beresiko terkena penyakit pernapasan [7], [21], [22]. Aktivitas lain di dalam ruangan pun tidak dapat berjalan dengan baik terutama postur tubuh yang dapat menyebabkan kelelahan fisik setelah melakukan pekerjaan [23].

Selanjutnya data *Total Volatile Organic Compound* (TVOC) pada Tabel 3 diperoleh bahwa paling tinggi terdapat pada hari ke-4 yaitu $0,325 \text{ mg}/\text{m}^3$ dan paling rendah pada hari ke-2 dan ke-3 yaitu $0,091 \text{ mg}/\text{m}^3$. Nilai ini dapat diperoleh dari penggunaan material seperti cat, konstruksi perabot/furniture, proses dan alat-alat dalam gedung, olahan kayu, dan *coating*. Kemudian, data untuk *Formaldehyde* (HCHO) pada semua hari bernilai sama yaitu $1,999 \text{ mg}/\text{m}^3$. HCHO bisa dihasilkan dari pembakaran bahan yang mengandung karbon dan terkandung dalam asap pada kebakaran hutan, knalpot mobil, dan asap tembakau. Kadar VOC yang dipersyaratkan maksimal 3 ppm atau $3000 \text{ mg}/\text{m}^3$ dalam waktu 8 jam dan kadar HCHO maksimal dalam suatu ruangan sebesar 0,1 ppm atau $100 \text{ mg}/\text{m}^3$ dalam 30 menit [15]. Dari data tersebut, tidak ada yang melewati ambang batas dari syarat, sehingga sudah memenuhi dengan syarat yang ditentukan.

Selanjutnya data terkait faktor fisik lingkungan kerja berupa *Temperature* dan RH diperoleh berada pada rentang $27,9\text{-}28,9^\circ\text{C}$ dan 62-65%. Untuk standar *temperature* ruang kerja kantor dalam rangka upaya konservasi energi dan sesuai dengan kenyamanan adalah berada pada rentang $24\text{-}27^\circ\text{C}$ [16], artinya ruangan tersebut sudah memenuhi standar

konservasi energi dan masuk ke dalam kategori hangat optimal. Kemudian, untuk nilai adalah berada pada rentang 55-65% [16], artinya ruangan tersebut sudah memenuhi standar.

Rekomendasi

Rekomendasi yang dapat diberikan dalam rangka menjaga kualitas udara agar lebih baik untuk kedua ruangan tersebut diantaranya sebagai berikut.

1. Menambahkan fasilitas ventilasi mekanis berupa *exhaust fan* pada ruangan UPT PLTS untuk menjaga tingkat kelembaban dalam ruangan.
2. Tidak membuka pintu belakang dalam waktu lama karena dapat membuat debu/asap kendaraan masuk ke ruangan UPT PLTS.
3. Memperbaiki fasilitas ventilasi mekanis berupa *exhaust fan* pada ruangan laboratorium teknik sistem energi yang sudah tidak berfungsi dengan baik.
4. Membuka pintu ruangan Laboratorium Teknik Sistem Energi serta menghidupkan fan, agar sirkulasi udara yang terdapat di dalam Laboratorium dapat bertukar, terutama saat digunakan dalam proses pembuatan briket.
5. Membersihkan kedua ruangan laboratorium secara berkala.
6. Membuat ruangan khusus untuk proses pembakaran hasil briket agar debu/asap hasil pembakaran tidak mencemari udara dan menurunkan kualitas udara pada ruangan utama laboratorium.
7. Bagi pengguna ruangan diharapkan menggunakan masker selama di dalam ruangan sampai kualitas udara ruangan membaik.

Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa secara umum, kualitas udara pada kedua ruangan sangat berbeda. Hal ini dikarenakan aktivitas pada kedua ruangan yang berbeda. Pada ruangan 1 (ruangan UPT PLTS) indeks kualitas udara diperoleh *very good* dengan parameter $PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$, PM_{10} , TVOC, HCHO, *Temperature*, telah memenuhi standar/syarat yang ditentukan, namun untuk parameter *Relative Humidity* belum memenuhi standar/syarat yang ditentukan. Hal ini dapat disebabkan tidak berjalannya sirkulasi udara dengan baik. Kemudian untuk ruangan 2 (ruangan laboratorium teknik sistem energi) indeks kualitas udara diperoleh *fine* dari hari ke-1 sampai ke-3 dan *danger* pada hari ke-4 dengan parameter TVOC, HCHO, *Temperature* dan *Relative Humidity* sudah memenuhi standar/syarat yang ditentukan, Hal ini dapat disebabkan adanya sisa-sisa debu pembuatan briket batubara-biomassa dan asap hasil

pembakaran briket yang menyebar ke seluruh ruangan, serta ventilasi yang ada dalam ruangan tidak difungsikan dengan maksimal sehingga sirkulasi udara berjalan kurang baik.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian analisis kualitas udara dalam ruangan yang telah diperoleh, saran yang dapat disampaikan diantaranya:

1. Bila ada kegiatan yang dapat menimbulkan polutan dalam ruangan seperti merokok, kegiatan praktikum, dan sebagainya baiknya pintu menuju luar ruangan dibuka serta menghidupkan seluruh kipas angin yang ada agar polutan yang ditimbulkan dapat dengan cepat hilang.
2. Ruangan uji coba hasil pembakaran briket dan *smoking* area perlu disediakan agar asap hasil pembakaran briket dan asap rokok tidak mencemari ruangan utama.
3. Pemasangan *hygrometer* diperlukan untuk menjaga kelembapan, dan sebaiknya selalu mengatur sirkulasi udara melalui ventilasi.
4. Kebersihan lantai dan ventilasi mekanis berupa kipas angin dan *exhaust fan* harus selalu dijaga dan selalu dibersihkan agar debu tidak menyebar diruangan.

Daftar Pustaka

1. Lesmana KY. Peranan Kesehatan Lingkungan Terhadap Kebugaran Dan Kesehatan Jasmani. InProsiding Seminar Nasional MIPA 2013 Dec 15.
2. Novelan MS. Sistem Monitoring Kualitas Udara Dalam Ruangan Menggunakan Mikrokontroler dan Aplikasi Android. Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan, ISSN. 2020 Mar 2:2540-7597.
3. Mayasari A, Zulkarnain Z, Agrina A. Analisis Lingkungan Fisik Udara Terhadap Angka Kuman Udara di Rumah Sakit. Jurnal Ilmu Lingkungan. 2020;13(1):81-9.
4. Mena TD, Tyas WP, Budiati RE. Kajian Dampak Lingkungan Industri Terhadap Kualitas Hidup Warga Sekitar. JKM (Jurnal Kesehatan Masyarakat) Cendekia Utama. 2019 Oct 17;7(1):156-71.
5. WHO, "A wealth of information on global public health," 2014
6. Ridwan AM, Nopiyanti E, Susanto AJ. Analisis Gejala Sick Building Syndrome Pada Pegawai di Unit OK Rumah Sakit Mariner Cilandak Jakarta Selatan. Jurnal Untuk Masyarakat Sehat (JUKMAS). 2018;2(1):116-33.

7. Dewi WC, Raharjo M, Wahyuningsih NE. Literatur Review: Hubungan Antara Kualitas Udara Ruang Dengan Gangguan Kesehatan Pada Pekerja. An-Nadaa: Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal). 2021 Jun 30;8(1):88-94
8. ITERA. Tentang ITERA [Internet]. 2021 [cited 2022 Nov 23]. Available from: <https://www.itera.ac.id/tentang-institut-teknologi-sumatera/>
9. Batubara C. Sarana Dan Prasarana Belajar Dalam Mewujudkan Kebersihan Dan Keindahan Kampus UIN Sumatera Utara. Jurnal Penelitian Medan Agama. 2018 Jun 20.
10. Rozaq IA. Pengaruh Sarana Dan Prasarana Belajar Terhadap Kepuasan Siswa Di SMP RADEN MAS Sumberrejo Bojonegoro (Undergraduate thesis, IAIN Kediri).
11. ITERA. Fasilitas ITERA [Internet]. 2021 [cited 2022 Nov 23]. Available from: <https://www.itera.ac.id/fasilitas/>
12. Smajlović SK, Kukec A, Dovjak M. Association between Sick Building Syndrome and Indoor Environmental Quality in Slovenian Hospitals: A Cross-Sectional Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(17):1–18, 2021
13. Carrer P, Wolkoff P. Assessment of indoor air quality problems in office-like environments: Role of occupational health services. *International journal of environmental research and public health*. 2018 Apr;15(4):741.
14. U.S. Department of Labor OSA. Indoor Air Quality in Commercial and Institutional Buildings. U.S: CreateSpace Independent Publishing Platform; 2014
15. PERMENKES RI No. 1077/MENKES/PER/V/2011 tentang pedoman penyehatan udara dalam ruangan
16. Sahri M, Hutapea O. Penilaian kualitas udara ruang pada Gedung perkantoran di Kota Surabaya. *Journal of Industrial Hygiene and Occupational Health*. 2019;4(1):1-2.
17. SNI 6390-2020 tentang Konservasi Energi pada Sistem Tata Udara
18. Ginting DB, Santosa I, Trigunarso SI. Pengaruh Suhu, Kelembaban Dan Kecepatan Angin Air Conditioner (AC) Terhadap Jumlah Angka Kuman Udara Ruangan. *Jurnal Analisis Kesehatan*. 2022 Jun 30;11(1):44-50.
19. Güneş G, Yalçın N, Çolaklar H. Investigation of indoor air quality in university libraries in terms of gaseous and particulate pollutants in Bartın, Turkey. *Environ Monit Assess*. 2022;194(3):1–15.
20. Laila NN. Kualitas Udara Dalam Ruang Berdasarkan Faktor Fisik dan Kimia di Perpustakaan Universitas Indonesia Maju. *Journal of Industrial Hygiene and Occupational Health*. 2023 Apr 30;7(2):185-97.

21. Yolanda N, Putri ER, Munir R. Analisis pertukaran udara per jam pada ventilasi laboratorium di kawasan hutan hujan tropis. *Progressive Physics Journal*. 2022 Dec 9;3(2):184-90.
22. Fauzi O. Analisis Konsentrasi Particulate Matter 2,5 (Pm_{2,5}) di dalam Ruangan Serta Perkiraan Risiko Terhadap Kesehatan Akibat Penggunaan Kompor Biomassa (Doctoral dissertation, Universitas Andalas).
23. Kumar P, Kumar S, Joshi L. Socioeconomic and environmental implications of agricultural residue burning: A case study of Punjab, India. Springer Nature; 2015.
24. Susanto A, Komara YI, Mauliku NE, Khaliwa AM, Abdilah AD, Syuhada AD, Putro EK. Pengukuran dan Evaluasi Potensi Bahaya Ergonomi di Laboratorium Analisis & Assay Divisi Concentrating Pt Freeport Indonesia. *Journal of Industrial Hygiene and Occupational Health* Vol. 2022 Oct;7(1).