

ANALISIS KUALITAS UDARA KARBON MONOKSIDA (CO) DAN *TOTAL SUSPENDED PARTICULATE* (TSP) DALAM DAN LUAR RUANG SERTA FAKTOR YANG BERHUBUNGAN DI SD NEGERI WADUNGASIH 1 BUDURAN SIDOARJO

TUGAS AKHIR



Disusun Oleh:

SITI AZANURIA
NIM: H75215025

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA
2020**

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Siti Azanuria
NIM : H75215025
Program Studi : Teknik Lingkungan
Angkatan : 2015

Menyatakan bahwasannya saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan tugas akhir saya yang berjudul: “ANALISIS KUALITAS UDARA KARBON MONOKSIDA (CO) DAN TOTAL SUSPENDED PARTICULATE (TSP) DALAM DAN LUAR RUANG SERTA FAKTOR PENGHUBUNG DI SD NEGERI WADUNGASIH 1 BUDURAN SIDOARJO”. Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 05 Agustus 2020

Yang menyatakan,



SITI AZANURIA
NIM: H75215025

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir oleh:

NAMA : Siti Azanuria

NIM : H75215025

JUDUL : Analisis Kualitas Udara Karbon Monoksida (CO) dan *Total Suspended Particulate* (TSP) Dalam dan Luar Ruang serta Faktor yang Berhubungan di SD Negeri Wadungasih 1 Buduran Sidoarjo

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan

Surabaya, 18 Februari 2020

Dosen Pembimbing I



(Widya Nilandita, M.KI)
NIP. 198410072014032002

Dosen Pembimbing II



(Dyah Ratri Nurmaningsih, M.T)
NIP. 198503222014032003

PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Tugas Akhir Siti Azanuria ini telah dipertahankan
didepan tim penguji tugas akhir
di Surabaya, 12 Maret 2020

Mengesahkan,
Dewan Penguji

Dosen Penguji I



(Widya Nilandita, M.KL.)
NIP. 198410072014032002

Dosen Penguji II



(Dyah Ratri Nurmaningsih, M.T.)
NIP. 198503222014032003

Dosen Penguji III



(Teguh Taruna Utama, M.T.)
NIP. 201603319

Dosen Penguji IV



(Dedy Suprayogi, M.KL.)
NIP. 198512112014031002

Mengetahui

Plt. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Sunan Ampel Surabaya



(DE. Esi-Fatmatur Rusydiyah, M.Ag)
NIP. 19312272005012003



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Siti Azanuria
NIM : H75215025
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI/ TEKNIK LINGKUNGAN
E-mail address : Azanuria37@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

Sekripsi Tesis Desertasi Lain-lain (.....)
yang berjudul :

Analisis Kualitas Udara Karbon Monoksida (CO) dan Total Suspended Particulate (TSP) Dalam
dan Luar Ruang serta Faktor yang Berhubungan di SD Negeri Wadungasih 1 Buduran Sidoarjo

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 05 Agustus 2020

Penulis

Siti Azanuria

2.11 Integrasi Keilmuan pencemaran Udara Dalam Pandangan Islam	34
BAB III.....	37
3.1 Lokasi Penelitian.....	37
3.2 Waktu Penelitian.....	40
3.3 Kerangka Pikir Penelitian	40
3.4 Tahapan Penelitian	41
3.4.1 Tahap Persiapan Penelitian.....	42
3.4.2 Tahap Pelaksanaan Penelitian.....	42
1. Pengumpulan Data.....	42
a. Pengumpulan Data Sekunder	42
b. Pengumpulan Data Primer	42
2. Teknik Pengumpulan Sampel	43
a. Pengukuran Temperatur dan Kecepatan Angin	45
b. Pengukuran Kelembaban Udara.....	46
c. Pengukuran Pencahayaan.....	47
d. Pengukuran Ventilasi	48
e. Pengukuran Karbon Monoksida (CO)	49
f. Pengukuran <i>Total Suspended Particulate</i> (TSP).....	51
3. Tahap Pelaporan.....	54
a. Analisis Deskriptif	54
b. Analisis Statistik.....	55
BAB IV	59
1.1 Kondisi Lokasi Penelitian	59
1.2 Perbandingan Kualitas Udara Dalam Ruang dengan Parameter Fisik di SD Negeri Wadungasih 1 dengan Keputusan Menteri Republik Indonesia Nomor 1429/MENKES/XII/2016.....	62
1.2.1 Temperatur Dalam Ruang.....	62
1.2.2 Kelembaban Dalam Ruang.....	65
1.2.3 Kecepatan Angin Dalam Ruang.....	68
1.2.4 Pencahayaan Dalam Ruang	70

1.2.5	Luas Ventilasi.....	73
4.3	Perbandingan Konsentrasi CO dan TSP Dalam Ruang SD Negeri Wadungasih 1 dengan Keputusan Manteri Republik Indonesia Nomor 1429/MENKES/XII/2016	77
4.3.1	CO (Karbon Monoksida) Dalam Ruang	77
4.3.2	TSP (<i>Total Suspended Particulate</i>) Dalam Ruang.....	80
4.4	Perbandingan Konsentrasi CO dan TSP Luar Ruang SD Negeri Wadungasih 1 dengan Peraturan Pemerintahan Nomor 41 Tahun 1999.....	83
4.4.1	CO (Karbon Monoksida) Luar Ruang.....	83
4.4.2	TSP (<i>Total Suspended Particulate</i>) Luar Ruang	86
4.5	Hubungan Temperatur, Kelembaban, Kecepatan Angin dengan CO dan TSP di Dalam dan di Luar Ruang SD Negeri Wadungasih 1 Buduran Sidoarjo.....	89
4.5.1	Korelasi Temperatur dengan Konsentrasi CO	89
1.	Di Dalam Ruang.....	89
2.	Di Luar Ruang	91
4.5.2	Korelasi Kelembaban dengan Konsentrasi CO.....	94
1.	Di Dalam Ruang.....	94
2.	Di Luar Ruang	96
4.5.3	Korelasi Kecepatan Angin dengan Konsentrasi CO	98
1.	Di Dalam Ruang.....	98
2.	Di Luar Ruang	100
4.5.4	Korelasi Temperatur dengan Konsentrasi TSP	102
1.	Di Dalam Ruang.....	102
2.	Di Luar Ruang	104
4.5.5	Korelasi Kelembaban dengan Konsentrasi TSP	106
1.	Di Dalam Ruang.....	106
2.	Di Luar Ruang	108
4.5.6	Korelasi Kecepatan Angin dengan Konsentrasi TSP	111
1.	Di Dalam Ruang.....	111
2.	Di Luar Ruang	113

Artinya: *“Dan di antara tanda-tanda kekuasan-Nya adalah bahwa Dia mengirimkan angin sebagai pembawa berita gembira dan untuk merasakan kepadamu sebagian dari rahmat-Nya dan supaya kapal dapat berlayar dengan perintah-Nya dan juga supaya kamu dapat mencari karunia-Nya. Mudah-mudahan kamu bersyukur”* (QS Ar-Rum: 46)

Pemerintah Indonesia telah mengatur mengenai pedoman penyelenggaraan kesehatan lingkungan sekolah yakni pada Keputusan Menteri Republik Indonesia Nomor 1429/MENKES/SK/XII/2016. Untuk itu, penulis melakukan penelitian mengenai Analisis Kualitas Udara Karbon Monoksida (CO) dan *Total Suspended Particulate* (TSP) Dalam Ruang dan Luar Ruang serta Faktor yang Berhubungan di SD Negeri Wadungasih 1 Buduran Sidoarjo.

1.2 Rumusan Masalah

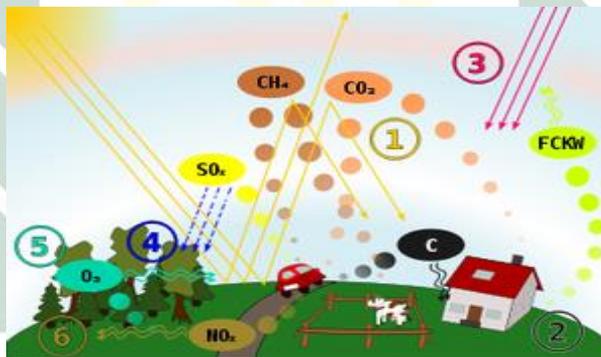
Berdasarkan latar belakang diatas, dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kualitas udara dalam ruang dengan parameter fisik (temperatur, kelembaban, kecepatan angin, pencahayaan dan luas ventilasi) yang ada di SD Negeri Wadungasih 1 jika dibandingkan dengan Keputusan Menteri Republik Indonesia Nomor 1429/MENKES/SK/XII/2016?
2. Bagaimana kualitas udara dalam ruang dengan parameter kimia (CO dan TSP) yang ada di SD Negeri Wadungasih 1 jika dibandingkan dengan Keputusan Menteri Republik Indonesia Nomor 1429/MENKES/SK/XII/2016?
3. Bagaimana kualitas udara ambien (CO dan TSP) di SD Negeri Wadungasih 1 jika dibandingkan dengan baku mutu udara ambien pada Peraturan Pemerintah Nomor 41 tahun 1999?
4. Bagaimana hubungan antara temperatur, kelembaban, kecepatan angin dengan CO dan TSP di dalam dan di luar ruang SD Negeri Wadungasih 1 Buduran Sidoarjo?

2. Parameter fisik yang diukur yaitu temperatur, kelembaban, kecepatan angin, pencahayaan dan ventilasi tidak melibatkan pencemar udara lainnya.
3. Parameter kimia yang diukur hanya CO dan TSP tidak melibatkan parameter lainnya.
3. Udara ambien yang diukur hanya parameter CO dan TSP tidak melibatkan parameter lainnya.
4. Titik sampling udara dalam ruang dengan parameter fisik yang dilakukan yaitu di 3 titik yakni di kelas 3, kelas 4 dan ruang guru.
5. Titik sampling udara ambien (CO dan TSP) dilakukan di titik 4 yakni di dekat gerbang masuk SD Negeri 1 Wadungasih 1.
6. Salah satu acuan parameter baku mutu kualitas udara dalam ruangan yang akan digunakan yaitu Keputusan Menteri Republik Indonesia Nomor 1429/MENKES/SK/XII/2016.
7. Acuan parameter baku mutu kualitas udara ambien menggunakan Peraturan Pemerintah Nomor 41 tahun 1999.

Timbulnya bahan atau zat-zat lain di dalam udara dengan jumlah tertentu serta berada di udara dalam durasi waktu yang cukup lama, akan dapat mengganggu kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya diartikan sebagai adanya pencemaran udara. Kemungkinan di suatu tempat dijumpai debu bertaburan dimana-mana yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Demikian juga suatu kota yang terkena polusi disebabkan oleh asap kendaraan bermotor atau angkutan lainnya yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia. Salah satu pencemaran udara yang perlu diperhatikan yaitu keberadaan TSP. TSP merupakan partikel yang berukuran diameter kurang dari 100 mikrometer (Anindya dkk, 2015).

Pencemara udara bermula dari beberapa macam emisi alami dan antropogenik. Emisi tersebut sebagai pencemar primer karena pencemar golongan ini diemisikan langsung dengan udara menuju sumbernya yaitu SO_x, NO_x, O₂, CO₂, CH₄, Pb, zat-zat organik dan partikel. Seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2.1** dibawah ini.



Gambar 2.1 Mekanisme Pencemaran Udara
Sumber: Yudha, 2017

2.2 Sumber-Sumber Pencemar Udara

Sumber pencemaran udara yaitu merupakan kegiatan yang bersifat alami atau kegiatan antropogenik. Sumber-sumber pencemaran udara dibagi menjadi pencemaran akibat aktivitas transportasi, industri, persampahan (akibat proses dekomposisi ataupun pembakaran, dan rumah tangga) (Soedomo, 2011).

2.2.1 Pencemaran Akibat Aktivitas Transportasi

Pencemaran akibat aktivitas transportasi yang sangat penting yakni dari kendaraan bermotor yang ada di darat. Kendaraan bermotor merupakan sumber pencemar udara yang menghasilkan gas CO, NO_x, hidrokarbon, SO₂ dan juga tetra etil lead. Tetra etil lead adalah bahan logam timbah yang ditambahkan ke dalam bensin dan memiliki kualitas rendah sebagai peningkatan nilai oktan serta berfungsi sebagai pencegah terjadinya ledakan pada mesin (Ardillah, 2016). Pencemaran udara akibat aktivitas transportasi dapat ditunjukkan seperti **Gambar 2.2** sebagai berikut.



Gambar 2.2 Pencemaran Udara Akibat Aktivitas Transportasi
Sumber: Betawy, 2019

2.2.2 Industri

Pencemaran udara yang dihasilkan oleh kegiatan industri tergantung dengan jenis industri dan juga prosesnya. Selain dari proses yang dilakukan oleh industri, emisi pencemaran udara juga diperhitungkan dari peralatan yang digunakan. Berbagai ragam industri dan pusat pembangkit tenaga listrik memakai tenaga dan panas yang berasal dari aktivitas pembakaran arang dan bensin, hasil dari pembakaran tersebut yakni SO_x, asap dan bahan pencemar lainnya (Zaenuri, 2011). Seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2.3** sebagai berikut.



Gambar 2.3 Pencemaran Udara Akibat Aktivitas Industri
Sumber: Adi, 2017

2.2.3 Pembakaran Sampah

Pembakaran sampah merupakan kegiatan ketiga yang ditemukan memiliki peranan besar dalam pencemaran udara. Sampah sangat perlu perhatian yang lebih untuk penanganannya yang baik, terutama dikota-kota besar dimana masyarakat tidak bisa menangani masalah pembuangan sampah itu sendiri. Juga sampah yang berasal dari kegiatan industri, pasar, pertokoan dan juga sampah jalanan. Pada proses pembakaran sampah meskipun berskala kecil sangat berperan dalam penambahan jumlah zat pencemaran di udara, terutama debu dan hidrokarbon. Salah satu hal yang penting perlu dipertimbangkan dalam emisi pencemaran udara oleh sampah yakni partikulat akibat proses pembakaran sampah. Sedangkan emisi dari proses dekomposisi yang harus diperhatikan yaitu emisi HC dalam bentuk gas metana (Octavia dkk, 2015). Seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2.4** sebagai berikut.



Gambar 2.4 Pencemaran Udara Akibat Pembakaran Sampah
Sumber: Priyanto, 2019

2.2.4 Kegiatan Rumah Tangga

Kegiatan rumah tangga yang mengemisikan pencemaran udara yakni dari proses pembakaran sebagai keperluan pengolahan makanan. Parameter udara yang mengemisikan menuju atmosfer juga identik dengan parameter-parameter yang dilepaskan oleh kendaraan bermotor, kecuali senyawa tambahan didalam bahan bakar contohnya Pb (Octavia dkk, 2015). Kegiatan rumah tangga pembakaran sampah ditunjukkan pada **Gambar 2.5** sebagai berikut.



Gambar 2.5 Pembakaran Sampah Kegiatan Rumah Tangga
Sumber: Zulfikar, 2019

2.3 Jenis-Jenis Pencemaran Udara

Jenis-jenis pencemaran udara dilihat dari ciri fisik, bahan pencemar dapat berupa sebagai berikut (Soedomo, 2011):

- a. Partikel (debu, aerosol, timah hitam)
- b. Gas (CO, NO_x, Sox, H₂S, Hidrokarbon)
- c. Energi (temperatur dan kebisingan)

Berdasarkan dari kejadian, terbentuknya parameter pencemaran udara terdiri dari (Soedomo, 2001):

- a. Pencemaran primer dimana pencemaran ini diemisikan langsung oleh sumbernya.
- b. Pencemaran sekunder yakni pencemaran yang terbentuk karena reaksi udara antara berbagai zat.

Pola emisi digolongkan sebagai pencemar sebagai berikut:

a. Sumber titik (*point source*)

Sumber titik (*point source*) yaitu sumber emisi tidak bergerak atau emisi tetap pada satu area. Berikut adalah contoh **Gambar 2.6** dari *point source* ditunjukkan dibawah ini.



Gambar 2.6 Point Source
Sumber: Rizky, 2014

b. Sumber garis (*line source*)

Sumber garis (*line source*) yaitu sumber emisi yang berasal dari suatu tempat yang tetap atau emisi yang bergerak. Berikut adalah contoh **Gambar 2.7** dari *line source* ditunjukkan dibawah ini.



Gambar 2.7 Line Source
Sumber: Sintia, 2017

mahluk hidup, zat, energi atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan atau aktivitas manusia atau proses alam sehingga kualitas lingkungan turun sampai tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi kurang atau tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya. Menurut *National Institute of Occupational Safety and Health* (NIOSH) 2012, penyebab timbulnya masalah pencemaran udara dalam ruangan pada umumnya disebabkan oleh beberapa hal yaitu kurangnya ventilasi udara (52%), adanya sumber kontaminan di dalam ruangan (16%), kontaminan dari luar ruangan (10%), mikroba (5%), bahan material bangunan (4%), lain-lain (13%).

Pencemaran udara dikelompokkan menjadi dua yakni pencemaran udara luar ruangan dan pencemaran udara dalam ruangan. Pencemaran udara dalam ruangan yaitu merupakan masalah kesehatan yang dapat dikatakan sangat serius dalam berbagai lingkungan non industri. Meskipun tidak berhubungan secara langsung dengan emisi global namun pencemaran udara dalam ruang sangat penting sebagai penentuan keterpanjangan kondisi kesehatan bagi seseorang. Di wilayah perkotaan, masalah mengenai pencemaran udara dalam ruang yang berkembang secara pesat meningkat sebigalaian besar yaitu penghuni yang menghabiskan waktunya lebih banyak di dalam ruangan terutama pada ruang kerja (Arthur et al,2012).

2.6.1 Sumber Pencemaran Udara Dalam Ruang

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, sumber pencemar didefinisikan sebagai setiap usaha atau kegiatan yang mengeluarkan pencemar ke udara yang menyebabkan udara tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Sumber pencemar udara dapat dikelompokkan berdasarkan faktor tertentu, salah satunya yaitu berdasarkan letaknya:

a. Sumber pencemar *indoor*

Sumber pencemar *indoor* adalah kegiatan yang dilakukan di dalam ruangan dan menghasilkan zat pencemar udara yang dapat mempengaruhi kualitas udara di dalam ruangan tersebut.

b. Sumber pencemar *outdoor*

Sumber pencemar *outdoor* adalah kegiatan yang dilakukan di luar ruangan yang berpotensi menghasilkan zat pencemar udara yang dapat mempengaruhi kualitas udara ambien.

Sumber pencemaran udara dalam ruangan menurut penelitian *The National Institute of Occupational Safety and Health* (NIOSH) dirinci menjadi 5 sumber meliputi:

1. Pencemaran yang timbul akibat kegiatan penghuni dalam gedung seperti asap rokok, pewangi ruangan dan juga bahan pembersih ruangan.
2. Pencemaran yang timbul dari luar gedung meliputi masuknya gas buangan kendaraan bermotor, asap pembakaran sampah, asap dari kegiatan memasak di dapur karena penempatan lubang ventilasi yang kurang tepat.
3. Pencemaran dari bahan bangunan ruangan seperti formaldehid, lem, asbestos, *fibreglass*, dan bahan bangunan lainnya.
4. Pencemaran mikroba yang meliputi bakteri, jamur, virus atau protozoa yang dapat dijumpai di saluran udara dan alat pendingin ruangan beserta seluruh sistemnya.
5. Kurangnya udara segar yang masuk disebabkan karena adanya gangguan terhadap ventilasi udara dan kurangnya pemeliharaan sistem peralatan ventilasi.

Kegiatan yang berada di dalam gedung yang semakin padat dapat meningkatkan jumlah polutan yang ada di dalam ruangan. Hal ini dapat menimbulkan resiko terpaparnya polutan terhadap penghuni yang berada dalam ruangan tersebut. Sedangkan menurut (Corie dkk, 2016) berdasarkan sumbernya polusi udara dalam ruang dibagi menjadi enam kelompok yaitu:

1. Polusi dalam ruangan (bahan-bahan sintesis dan beberapa bahan alamia yang digunakan sebagai perabotan rumah tangga seperti karpet, busa, pelapis dinding, furniture dan lain-lain).

yurisdiksi Republik Indonesia yang dibutuhkan dan mempengaruhi kesehatan manusia, makhluk hidup dan unsur lingkungan hidup lainnya. Komponen yang berbahaya yang masuk ke dalam atmosfer bisa berwujud karbon monoksida (CO), nitrogen dioksida (NO₂), sulfur dioksida (SO₂), hidrokarbon (HC) dan lainnya.

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 pengendalian pencemaran udara adalah upaya pencegahan dan/atau penanggulangan pencemaran udara serta pemulihan mutu udara. Baku mutu udara ambien adalah ukuran batas atau kadar zat, energi, dan/atau komponen yang ada atau yang seharusnya ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam udara ambien.

2.8 Baku Mutu

2.8.1 Baku Mutu Udara Dalam Ruang

Menurut Keputusan Menteri Republik Indonesia Nomor 1429/MENKES/SK/XII/2016 tentang pedoman penyelenggaraan kesehatan lingkungan sekolah. Standar kualitas udara dalam ruangan adalah sebagai berikut:

- Udara ruang sekolah tidak berbau (terutama gas H₂S dan NH₃).
- Konsentrasi debu tersuspensi maksimum 150 mikrogram/m³ dengan rata-rata pengukuran selama 8 jam dan tidak mengandung debu berserat.
- Penetapan sekolah sebagai kawasan bebas rokok.

Berikut baku mutu udara dalam ruang yang ditunjukkan pada **Tabel 2.4**.

Tabel 2.4 Baku Mutu Udara Dalam Ruang

No.	Jenis Parameter	Kadar Maksimal		Satuan
		Ruang Guru	Ruang Kelas	
1	Suhu atau Temperatur	18-28	18-28	⁰ C
2	Kelembaban	40-60	40-60	%
3	Kecepatan Aliran Angin	0,15-1,5	0,15-1,5	m/detik
4	Intensitas Cahaya	200-300	200-300	lux
5	Ventilasi	Luas lubang ventilasi terhadap luas lantai 10%	Luas lubang ventilasi terhadap luas lantai 20%	%
6	Karbon Monoksida (CO)	29	29	µg/Nm ³
7	Total Suspended Particulate (TSP)	150	150	µg/m ³

Sumber: Menteri Republik Indonesia Nomor 1429/MENKES/SK/XII/2016

kualitas udara mendekati/ melewati baku mutu, frekuensi pemantauan dapat ditingkatkan atau periode pemantauan menjadi lebih pendek.

a. Pemantauan Secara Otomatis

Pemantau kualitas udara otomatis terdiri dari Stasiun Pemantau Kualitas Udara (SPKU) permanen (*fixed station*) dan bergerak (*mobile station*).

1. SPKU permanen dipasang di lokasi tertentu, dan mengukur kualitas udara ambien secara kontinyu 24 jam secara terus menerus.
2. SPKU bergerak dipasang di lokasi tertentu, dan mengukur kualitas udara ambien minimal 7 (tujuh) hari secara terus menerus.

b. Pemantauan Secara Manual

Pendekatan yang dilakukan dalam pengambilan sampel secara manual untuk mendapatkan data rata-rata jam ataupun harian adalah sebagai berikut:

1. Parameter SO₂, NO₂, CO dan TSP
 - a. Untuk mendapatkan data/ nilai 1 (satu) jam, pengukuran dapat dilakukan pada salah satu interval waktu seperti di bawah ini. Durasi pengukuran di setiap interval adalah satu jam.
 1. Interval waktu 06.00 – 09.00 (pagi)
 2. Interval waktu 12.00 – 14.00 (siang)
 3. Interval waktu 16.00 – 18.00 (sore)
 - b. Untuk mendapatkan data/ nilai harian (24 jam) dilakukan perata-rataan aritmatik dari 4 kali hasil pemantauan (pagi, siang, sore, malam) dengan interval waktu seperti di bawah ini. Masing-masing interval waktu diukur 1 (satu) jam. Interval waktu pengukuran adalah :
 1. Interval waktu 06.00 – 10.00 (pagi)
 2. Interval waktu 10.00 – 14.00 (siang)
 3. Interval waktu 14.00 – 18.00 (sore)
 4. Interval waktu 18.00 – 22.00 (malam)

Judul Jurnal	Nama Penulis	Tahun	Hasil Penelitian Jurnal
			dapat beresiko terhadap masalah yang melalui sistem pendingin udara yang kurang memadai dan tak terkendali. Kualitas udara yang baik/ sehat adalah kualitas udara yang memenuhi kebutuhan keamanan yang diperlukan untuk semua ruangan kerja dan nyaman saat digunakan untuk bekerja.
Pemantauan Kualitas Udara Dalam Ruangan HR-05 di Instalasi Elemen Bakar Eksperimental	Suliyanto dan Endang Sukesi I	2011	Menurut jurnal penelitian ini, Pemantauan kualitas udara dalam ruangan Hot Room-05 (HR-05) di Instalasi Elemen Bakar Eksperimental (IEBE) memiliki tujuan untuk mengetahui kualitas udara di dalam ruang HR-05 tersebut. Parameter yang akan dipantau diantaranya yaitu konsentrasi debu, temperature, kelembaban dan laju ventilasi. Metode yang dipakai yakni pengukuran konsentrasi debu menggunakan alat ukur konsentrasi debu, temperatur, kelembaban dan laju ventilasi di udara HR-05 pada titik yang berbeda. Konsentrasi yang akan diukur yakni PM2.5 (partikulat debu respirable) yang menggunakan alat Aerosol Monitor. Kemudian temperatur dan kelembaban udara diukur menggunakan alat Thermo Hygrometer. Selanjutnya untuk laju ventilasi diukur dengan menggunakan alat Digital anemometer. Hasil dari pengukuran kualitas udara di dalam ruangan HR-05 kemudian dibandingkan dengan persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri.
Hubungan Kualitas Udara Dalam Ruang	Cahyatri Rupisianing	2013	Menurut hasil penelitian jurnal ini menjelaskan bahwa tempat tinggal

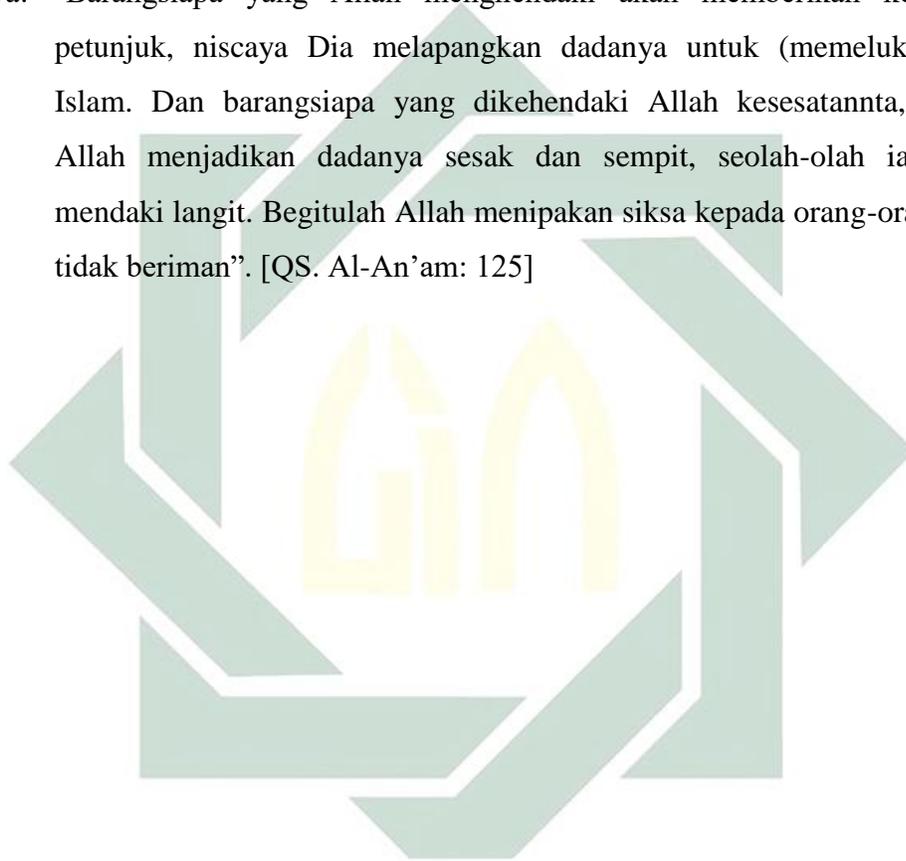
Judul Jurnal	Nama Penulis	Tahun	Hasil Penelitian Jurnal
dengan Keluhan Penghuni Lembaga Permasyarakatan Kelas IIA Kabupaten Sidoarjo	Candrasari dan J Mukono		merupakan bagian dari kehidupan manusia yang tidak terpisahkan juga merupakan cerminan pribadi dan status social yang dipengaruhi oleh beberapa tingkat sosial ekonomi yang memiliki karakteristik yang aman, nyaman dan indah. Lembaga Permasyarakatan Kelas IIA Sidoarjo, penghuninya memiliki keinginan tempat tinggal yang layaknya rumah pribadi yang bisa memberikan rasa yang aman dan nyaman. Sarana hunian yang ada di lapas saat itu tidak lagi memenuhi standar minimum yang mensyaratkan standar kesehatan seperti ventilasi yang baik dan didukung dengan peralatan tidur yang memadahi serta memenuhi rasa aman bagi penghuni. Tujuan dari penelitian tersebut yaitu menganalisis hubungan kualitas udara dalam ruangan dengan keluhan yang dirasakan oleh penghuni.
Providing better thermal and air quality conditions in school classrooms would be cost-effective	Pawel Wargocki dan David P Wyon	2013	Menurut jurnal pada penelitian ini, kondisi ruang kelas mempengaruhi kinerja pekerjaan di sekolah oleh anak-anak. Fakta dari kondisi kualitas udara dan termal di ruang kelas sekolah secara universal lebih buruk dari pada standar yang relevan dan peraturan yang ditetapkan. Suhu pada ruangan kelas berkisaran 20-22°C yang akan direkomendasikan dengan kondisi cuaca yang hangat dan memungkinkan tingkat udara di luar ruangan dengan kadar karbon dioksida rendah selama kegiatan jam sekolah melebihi 1000 ppm dengan waktu yang lama sebagai

Judul Jurnal	Nama Penulis	Tahun	Hasil Penelitian Jurnal
			penghemat energi. Dalam penelitian yang dirangkum dalam jurnal ini menunjukkan bahwa konsekuensi lingkungan dalam ruangan adalah salah satu dari langkah-langkah konservasi energi yang bebas dan tidak teradvokasi yang dapat mengurangi kinerja sekolah pada anak-anak sebanyak 30% sehingga pendekatan yang diperlukan lebih baik untuk menjaga lingkungan dalam ruang kelas yang baik kualitasnya (IEQ).
Membangun Sistem Pemantau Kualitas Udara Dalam Ruang Dengan Mengaplikasikan Sensor CO, O ₃ , PM ₁₀ Berbasis LabVIEW	Rizky Nelar Lesmana dan Yusnita Rahayu	2016	Menurut hasil penelitian pada jurnal ini yaitu kualitas udara ruangan dibangun dengan menggunakan sensor MQ7 sebagai pengukuran besaran karbon monoksida (CO), sensor GP2Y1010AUOF sebagai pengukur besaran Dust atau particulate matter (PM ₁₀) an sensor MQ131 sebagai pengukur besaran gas O ₃ . Pada hasil yang akan ditunjukkan pada penelitian ini menggunakan software Labview. Bertujuan untuk memudahkan pengguna data hasil pengukuran indeks kualitas udara ruangan yang disajikan dengan menggunakan standar indeks kualitas udara yang telah ditentukan pemerintah yaitu Indeks Standar Pencemaran Udara(ISPU).
Pengukuran Parameter Kualitas Udara (CO, NO ₂ , SO ₂ , O ₃ , dan PM ₁₀) di Bukit Kototabang Berbasis ISPU	Agusta Kurniawan	2017	Menurut jurnal penelitian ini, Stasiun Pemantau Atmosfer Global (SPAG) Bukit Kototabang merupakan implementasi dari program Global Atmosphere Watch (GAW) yang dicetuskan oleh World Meteorological Organization (WMO) sebagai upaya melakukan monitoring terhadap kondisi atmosfer secara global. SPAG

Judul Jurnal	Nama Penulis	Tahun	Hasil Penelitian Jurnal
			refrensi yang direkomendasikan untuk Komisi Internasional Pelindungan Radiologi (ICRP).
Sistem Monitoring dan Notifikasi Kualitas Udara dalam Ruangan dengan Platform IoT	Jacqueline M.S, Waworundeng & Oktoverana Lengkong	2018	Menurut jurnal pemelitian ini menjelaskan mengenai prototype yaitu alat peneteksi kualitas udara dalam ruangan dengan menggunakan mikrokontroler Wemos dan sensor MQ135 yang berhubungan dengan platform IoT yang berfungsi sebagai monitoring dan notifikasi. Nilai yang terbaca dari sensor diproses sesuai program dan jika memenuhi level sensor yang ditentukan maka sistem memberikan notifikasi kepada user melalui Blynk apps. Sistem tersebut berpotensi untuk digunakan sebagai sistem pemantauan kualitas udara di dalam ruangan untuk meningkatkan kesadaran tentang pentingnya kualitas udara yang sehat.
A Study of Indoor Air Quality in Refurbished Museum Building	Syahrin Neizam Mohd Dzulkiflli, Abd Halid Abdullah, Lee Yee Yong, Abdul Muntalib Leman & Samiullah Sohu	2018	Hasil jurnal penelitian ini membahas tentang masalah yang berkaitan dengan kualitas udara yang ada di dalam ruangan (IAQ), karena merupakan salah satu masalah kesehatan yang utama bagi penghuni dimana hampir 90% menghabiskan waktunya di dalam ruangan. Musium didirikan di Malaysia lebih dari seratus tahun yang lalu. Lingkungan yang sehat di gedung museum telah didefinisikan sebagai salah satu elemen yang penting yang harus dipertimbangkan. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa jarak bangunan dengan jalan raya tampaknya berdampak pada tingkat lingkungan dalam ruangan, terutama untuk nitrogen dioksida, sulfur dioksida dan partikel.

فَمَنْ يُرِدِ اللَّهُ أَنْ يَهْدِيَهُ يَشْرَحْ صَدْرَهُ لِلْإِسْلَامِ ۖ وَمَنْ يُرِدْ أَنْ يُضِلَّهُ
يَجْعَلْ صَدْرَهُ ضَيِّقًا حَرَجًا كَأَنَّمَا يَصَّعَّدُ فِي السَّمَاءِ ۗ كَذَلِكَ يَجْعَلُ اللَّهُ
الرَّجْسَ عَلَى الَّذِينَ لَا يُؤْمِنُونَ (١٢٥)

Artinya: “Barangsiapa yang Allah menghendaki akan memberikan kepadanya petunjuk, niscaya Dia melapangkan dadanya untuk (memeluk agama) Islam. Dan barangsiapa yang dikehendaki Allah kesesatannta, niscaya Allah menjadikan dadanya sesak dan sempit, seolah-olah ia sedang mendaki langit. Begitulah Allah menipakan siksa kepada orang-orang yang tidak beriman”. [QS. Al-An’am: 125]



BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini berjudul Analisis kualitas udara karbon monoksida (CO) dan *Total Suspended Particulate* (TSP) serta faktor yang berhubungan di SD Negeri Wadungasih 1 Buduran Sidoarjo. Penelitian ini dilaksanakan di SD Negeri Wadungasih 1 Buduran Sidoarjo. Pemilihan lokasi ini bahwasanya lokasi SD Negeri Wadungasih 1 Buduran Siodarjo berdekatan dengan jalan raya yang padat dengan aktivitas transportasi dan berdekatan dengan bebrapa industri yang memungkinkan dapat menurunkan kualitas udara dalam dan luar ruang di sekitar lingkungan sekolah.

Batasan wilayah SD Negeri Wadungasih 1 Buduran Sidoarjo, meliputi:

1. Sebelah Utara : PT. Inera Sena
2. Sebelah Selatan : PT. Sekar Laut, Tbk
3. Sebelah Timur : Jalan raya lingkaran timur
4. Sebelah Barat : PT. Japfa Comfeed

Lokasi penelitian ditunjukkan pada **Gambar 3.1** sebagai berikut.

3.2 Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan selama 3 hari (2 hari aktif dan 1 hari libur) berdasarkan Peraturan Pemerintah Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010. Pengambilan sampel dilakukan 3 waktu yang berbeda dengan durasi waktu selama 1 jam. Pembagian waktu interval pengukuran kualitas udara dalam ruang dan luar ruang di tiap titik sampling sebagai berikut:

1. Pagi pukul 07.00-09.00 WIB
2. Siang pukul 12.00-14.00 WIB
3. Sore pukul 15.00-17.00 WIB

3.3 Kerangka Pikir Penelitian

Kerangka pikir penelitian yaitu suatu bagan yang menjelaskan pokok penting mengenai alur jalannya sebuah penelitian yang akan dilaksanakan (Wiraadiputri, 2012). Adapun kerangka pikir dalam penelitian ini ditunjukkan pada **Gambar 3.3** sebagai berikut:



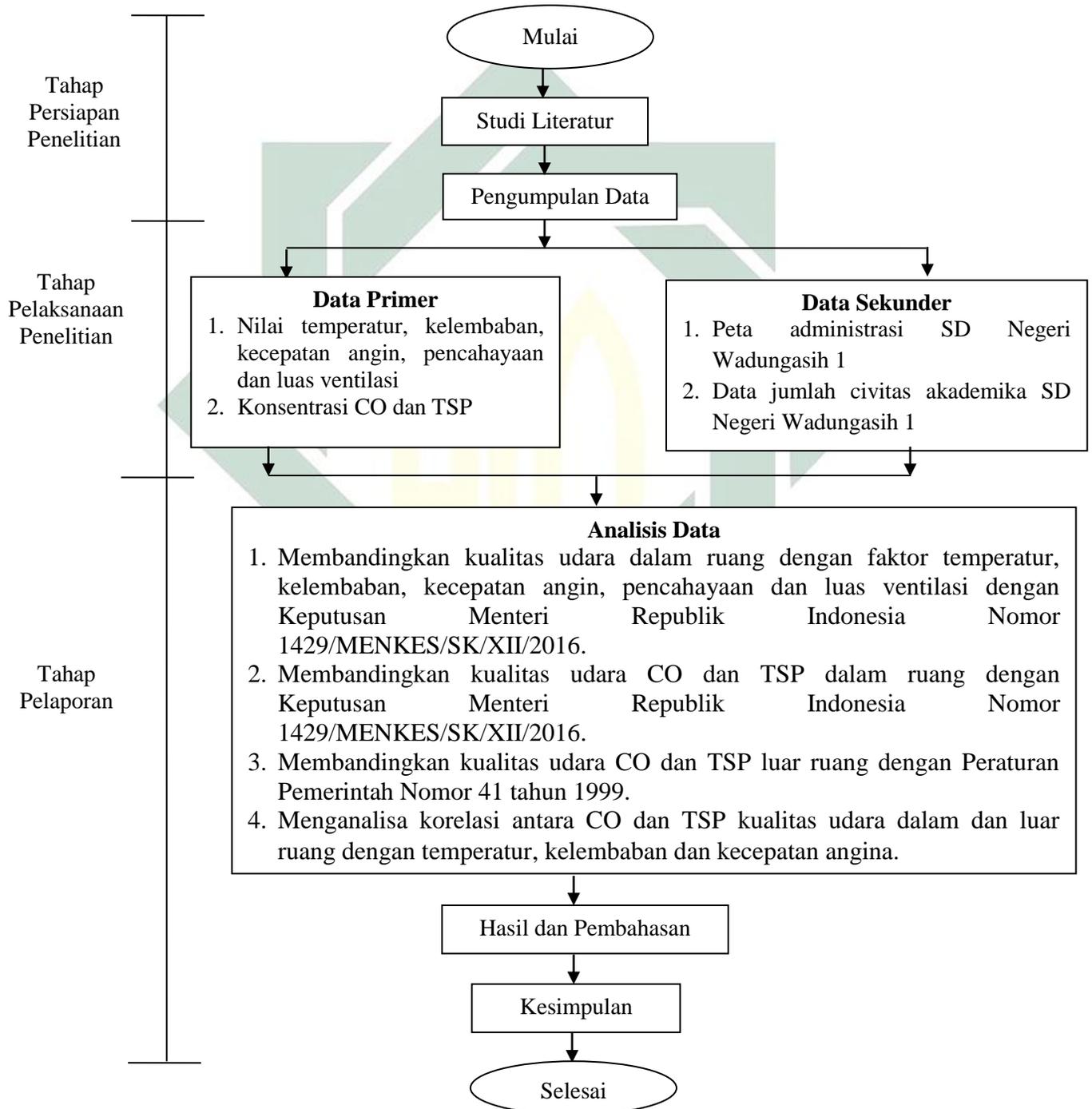
Keterangan:

- : Analisa
- : Pengaruh
- - - - : Perbandingan

Gambar 3.3 Kerangka Pikir Penelitian

3.4 Tahapan Penelitian

Penelitian ini terdapat tiga tahapan yang akan dilakukan yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan, tahap pelaporan. Berikut tahapan penelitian akan ditampilkan pada **Gambar 3.4**.



Gambar 3.4 Tahapan Penelitian

3.4.1 Tahap Persiapan Penelitian

Tahap penelitian ini yang akan dilakukan yaitu melakukan studi literatur tentang sasaran penelitian. Selanjutnya dengan proses administrasi sampai didapatkan persetujuan pelaksanaan pada sasaran tersebut.

3.4.2 Tahap Pelaksanaan Penelitian

1. Pengumpulan Data

Dilakukan pengumpulan data yang dibedakan menjadi dua, yaitu:

a. Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari SD Negeri Wadungasih 1 Buduran Sidoarjo, yang meliputi:

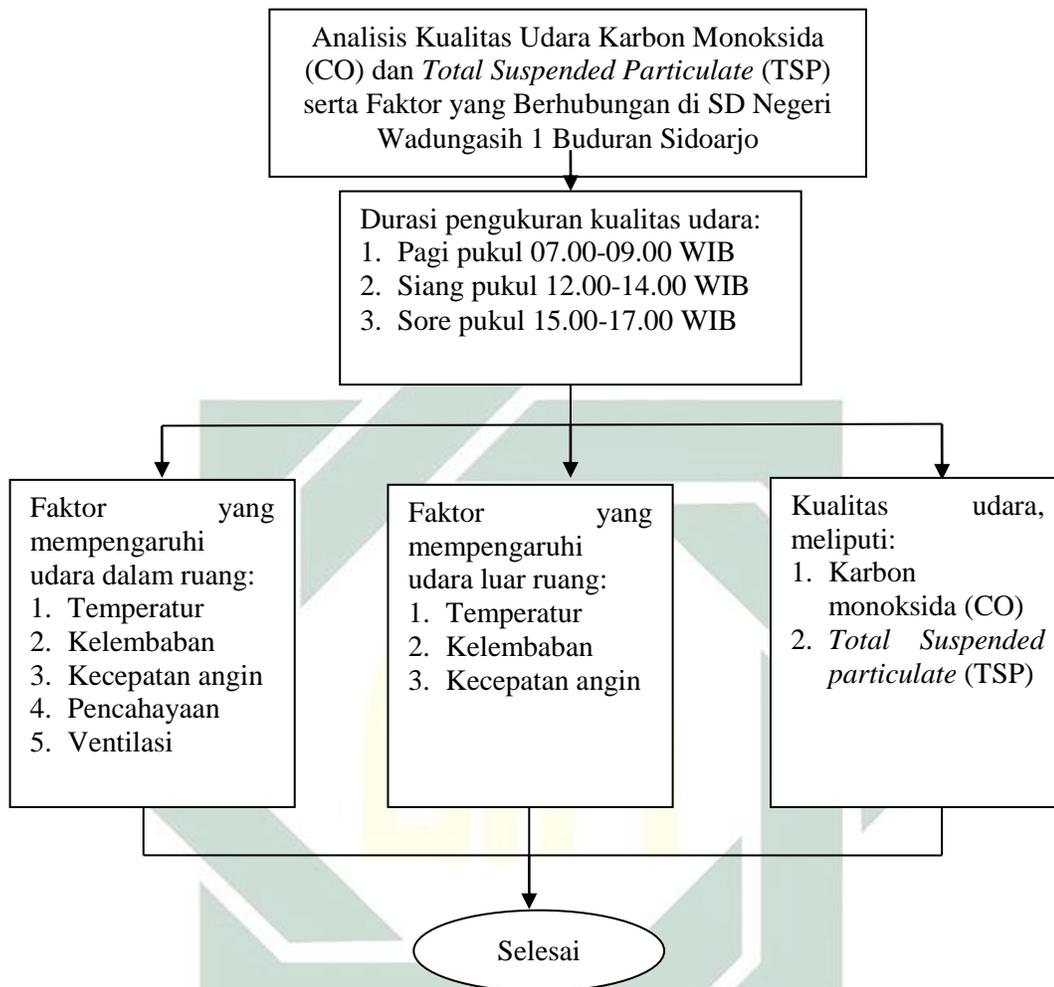
- a. Peta administrasi SD Negeri Wadungasih 1 Buduran Sidoarjo.
- b. Data jumlah civitas akademika SD Negeri Wadungasih 1.

b. Pengumpulan Data Primer

Data primer diperoleh dari analisis langsung di lokasi penelitian. Dari penelitian ini data primer yang dibutuhkan yaitu:

1. Nilai temperatur, kelembaban, kecepatan angin, pencahayaan dan luas ventilasi yang ada di SD Negeri Wadungasih 1.
2. Konsentrasi CO dan TSP dalam ruang di SD Negeri Wadungasih 1.
3. Nilai temperatur, kelembaban, kecepatan angin di SD Negeri Wadungasih 1.
4. Konsentrasi CO dan TSP dalam dan luar ruang di SD Negeri Wadungasih 1

Berikut adalah skema kerja pengambilan data primer disajikan pada **Gambar 3.5.**



Gambar 3.5 Skema Kerja Pengambilan Data Primer

2. Teknik Pengambilan Sampel

Sampel pada penelitian kali ini merupakan kualitas udara CO dan TSP dalam ruang dan luar ruang serta faktor yang berhubungan diantaranya temperatur, kelembaban, kecepatan angin, pencahayaan dan ventilasi yang akan dilakukan pengukuran di kelas3, kelas 4, ruang guru dan juga di lapangan dekat pintu masuk SD Negeri Wadungasih 1. Kemudian untuk pengambilan kualitas udara di luar ruang dilakukan secara *non-random sampling*. Pengambilan sampel secara *non-random* yaitu dapat dilakukan dengan cara *convenience sampling*, *purposive sampling* dan juga *snowball sampling*. Pada penelitian kali ini dilakukan dengan cara *purposive sampling*.

- c. Titik 3 ruang guru dengan jumlah civitas akademik sebanyak 16 jiwa.
- d. Titik 4 udara luar ruang di dekat gerbang masuk SD Negeri Wadungasih 1.

a. Pengukuran Temperatur dan Kecepatan Angin

Alat yang digunakan untuk mengukur temperatur dan kecepatan angina yaitu anemometer. Anemometer merupakan salah satu alat yang digunakan oleh balai cuaca seperti Badan Meterologi Klimatologi dan Geofisika. Adapun langkah kerja alat tersebut yakni sebagai berikut (Putra dkk, 2018):

1. Tekan tombol power untuk mengaktifkan alat anemometer.
2. Tekan tombol unit untuk memilih pengukuran apa akan dipakai.
3. Tekan tombol hold untuk menghentikan hasil yang diukur.
4. Tombol $^{\circ}\text{C}/\text{F}$ menunjukkan suhu yang akan dipakai saat pengukur kecepatan angin.
5. Tombol \blacktriangle merupakan tombol pemulihan ukuran kecepatan aliran angin.
6. Max min dan AVG, tombol max digunakan untuk melihat nilai maksimal dari kecepatan angin, Tombol min digunakan untuk melihat nilai minimum dari kecepatan angin. Tombol AVG yaitu nilai rata-rata dari kecepatan angin.
7. Pasang kipas sebagai pengukur angin.
8. Kemudian hasil analisis dari kecepatan angin digambarkan menggunakan modeling aliran udara.

Berikut **Gambar 3.6** menunjukkan alat anemometer sebagai pengukur suhu dan kecepatan aliran angin dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 3.6 Anemometer
Sumber: Putra dkk, 2018

Spesifikasi alat anemometer ditampilkan pada **Tabel 3.2** sebagai berikut:

Tabel 3.2 Spesifikasi Alat Anemometer

Parameter Pengukuran	Deskripsi
Kecepatan Udara	0-45 m/s
Akurasi Kecepatan Udara	$\pm 3\%$
Volume Aliran Udara	0 hingga 999.900 M ³ /min
Resolusi	0.1°C hingga -0,1 m/s
Bocklight	12detik setelah menekan tombol
Kekuatan	6F 22,9 V
Dimensi	7% x 35 x 145 mm

Sumber: Putra dkk, 2018

b. Pengukuran Kelembaban Udara

Higrometer yaitu alat yang berguna sebagai pengukur kelembaban udara dengan menggunakan metode pembacaan langsung. Langkah kerja dari alat tersebut yakni (Putra dkk, 2018):

1. Siapkan alat yang akan dipakai (thermohygrometer).
2. Kemudian pasang baterai, pada saat pemasangan baterai maka alat tersebut langsung bekerja.
3. Tekan tombol clear agar angka dalam kondisi netral.
4. Kemudian, alat akan menunjukkan kelembaban di tempat yang akan diukur.
5. Kemudian muncul hasil yang tampak pada layar.

Gambar 3.7 menunjukkan alat thermohygrometer sebagai pengukur kelembaban udara dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 3.7 Higrometer

Sumber: Dokumentasi Penulis, 2019

Spesifikasi alat thermohgrometer ditampilkan pada **Tabel 3.3** sebagai berikut:

Tabel 3.3 Spesifikasi Alat Higrometer

Parameter Pengukuran	Deskripsi
Temperatur	-40 hingga 70°C
Kelembaban	20 hingga 90% RH
Akurasi Suhu	± 1 °C
Akurasi Kelembaban	± 5% RH
Resolusi	1% RH, 0.1°C/F
Laju Samping	2 times/sec
Kekuatan	2 x AAA 1.5 V battery

Sumber: Putra dkk, 2018

c. Pengukuran Pencahayaan

Alat yang digunakan untuk mengukur pencahayaan pada penelitian ini yaitu Lux Meter dengan menggunakan metode pembacaan langsung. Adapun langkah kerja dari alat ini, yaitu (Putra dkk, 2018):

1. Tombol “off/on” digeser ke arah On.
2. Kisaran range yang akan di ukur (2.000 lux, 20.000 lux, atau 50.000 lux) dipilih pada tombol range.
3. Sensor cahaya diarahkan dengan menggunakan tangan pada permukaan daerah yang akan diukur kuat penerangannya.
4. Hasil pengukuran dilihat pada layar panel.

Gambar 3.8 alat lux meter sebagai pengukur pencahayaan dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 3.8 Lux Meter
Sumber: Putra dkk, 2018

Spesifikasi alat lux meter ditampilkan pada **Tabel 3.4** sebagai berikut:

Tabel 3.4 Spesifikasi Alat Lux Meter

Parameter Pengukuran	Deskripsi
Rentang Pengukuran	0 hingga 50000 LUX
3 Range	x1, x10, x100
Resolusi	1
Tingkat Akurasi	$\pm 5\%n$
Indikator Overload	1
Power Supply	4 x 1.5 V AAA (UM-4) battery
Indikator Baterai	Low battery indicator
Dimensi	97 x 53 x 17mm
Berat	174 g

Sumber: Putra dkk, 2018

d. Pengukuran Ventilasi

Berikut yakni cara perhitungan luas ventilasi untuk ruang guru dan ruang kelas menurut Keputusan Menteri Republik Indonesia Nomor 1429/MENKES/SK/XII/2016.

3. Ruang guru 10% dari luas lantai

a. Luas Ventilasi Permanen

$$= 5\% \times \text{Luas Lantai}$$

b. Luas Ventilasi Insidental

$$= 5\% \times \text{Luas Lantai}$$

c. Total Luas Ventilasi yang Ada

$$= \text{Luas Ventilasi Permanen} + \text{Luas Ventilasi Insidental}$$

4. Ruang kelas 20% dari luas lantai

a. Luas Ventilasi Permanen

$$= 10\% \times \text{Luas Lantai}$$

b. Luas Ventilasi Insidental

$$= 10\% \times \text{Luas Lantai}$$

c. Total Luas Ventilasi yang Ada

$$= \text{Luas Ventilasi Permanen} + \text{Luas Ventilasi Insidental}$$

d. Pengukuran Karbon Monoksida (CO)

Alat yang digunakan adalah CO analyzer yang ditunjukkan pada **Gambar 3.9**. Monoxor plus yakni alat analisa karbon monoksida (CO) portable genggam yang dipakai untuk menangkap dan menampilkan konsentrasi gas CO antara 0 hingga 2000 ppm. Alat ini juga dapat menampilkan suhu yang ada pada kondisi lapangan yang akan dipakai untuk penelitian. Alat tersebut juga mampu untuk mengukur CO di udara ruangan.



Gambar 3.9 CO Analyzer
Sumber: Anjarsari, 2018

Langkah pengukuran CO dan suhu udara di dalam dan luar ruang menggunakan CO analyzer sebagai berikut (Anjarsari, 2018):

1. Pasang probe pada alat.
2. Aktifkan Monoxor Plus di lapangan dengan kondisi udara bersih kemudian tunggu inisialisasi selesai.
3. Verifikasi inisialisasi yang berhasil (tidak ada kesalahan).
4. Periksa status baterai. Apabila masa pakai baterai dipertanyakan, gantilah baterai.
5. Pindahkan alat yang akan digunakan ke tempat yang akan diuji.
6. Gunakan panah ke bawah untuk menyorot Tes CO Ambien dan tekan tombol ENTER.
7. Ikuti petunjuk dilayar CO analyzer untuk memulai tes.

Spesifikasi alat CO *analyzer* ditampilkan pada **Tabel 3.5** sebagai berikut:

Tabel 3.5 Spesifikasi Alat CO *analyzer*

Parameter Pengukuran	Deskripsi
CO	0 hingga 2000 ppm
Temperatur	-20° hingga 650°C
Display	Graphic LCD dengan backlight
Tenaga	4x baterai AA
Lama Waktu Hidup	Minimum 20 jam (baterai alkaline)
Dimensi Alat (HxWxD)	20.3 cm x 9.1 cm x 5.8 cm
Berat	0.45 kg (termasuk baterai)
Kondisi Pengoperasian	-5° hingga 45°C hingga 95% RH (non-kondensasi), 1 ATM ±10%
Waktu Pemanasan	30 hingga 60 detik
Memori	10 lokasi
Sensor	CO: Electrochemical (P/N:0024-7265) Temperatu: K-Type themocouple
Jalur Komunikasi	USB 2.0 (mini-B), IrDA

Sumber: Anjarsari, 2018

Menurut ketetapan standar nasional pada Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 tahun 2010 untuk mengubah satuan ppm ke $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ maka menggunakan rumus sebagai berikut.

$$C_2 (\mu\text{g}/\text{Nm}^3) = C_1 (\text{ppm}) \times 10^{-3} \times \frac{[p \times M]}{[R \times T]} \dots\dots\dots 3.1$$

Keterangan:

- C_2 = konsentrasi CO di udara ambien ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)
- C_1 = konsentrasi CO di udara ambien hasil pengukuran (ppm)
- P = tekanan udara (1 atm)
- M = berat molekul CO (Ar C = 12, Ar O = 16 → berat molekul CO = 12 + 16 = 28 g/mol)
- T = temperatur absolut (23°C → 298⁰K)
- 10⁻³ = konversi ppm ke g/L

e. Pengukuran TSP (*Total Suspended Particulate*)

Penelitian kali ini dilakukan dengan alat *High Volume Air Sampler* (HVAS) seperti pada **Gambar 3.10** yang mempunyai prinsip kerja menghisap udara melalui filter dengan menggunakan pompa vakum dengan laju alir yang tinggi. Dengan menggunakan pomp vakum laju alir tinggi sehingga partikulat akan terkumpul dipermukaan filter. Jumlah partikulat yang terakumulasi dengan durasi waktu tertentu akan dianalisa secara gravimetri. Hasilnya akan bentuk satuan massa partikulat yang terkumpul per satuan volume uji contoh udara yang diambil sebagai $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Wiraadiputri, 2012).



Gambar 3.10 *High Volume Air Sampler* (HVAS)
Sumber: Wiraadiputri, 2012

Keterangan:

- a) Badan Pompa
- b) *Flow Meter*
- c) Besi Penyangga
- d) Media Fiter
- e) Cincin Pengikat Filter

Spesifikasi alat *High Volume Air Sampler* (HVAS) ditampilkan pada **Tabel 3.6** sebagai berikut:

Tabel 3.6 Spesifikasi Alat *High Volume Air Sampler* (HVAS)

Parameter Pengukuran	Deskripsi
a. <i>High Volume Air Sampler</i> (HVAS)	
Aplikasi	Air Sampler Indoor dan Outdoor
Motor/Pompa	Burshed, 2-Stage Blower
Perumahan Utara	Kokh Dural Ringan
Tingkat Aliran Maks	40 CFM
Berat Unit	9 Lbs
Sumber Daya Listrik	230 VAC, 50/60 Hz, %5 Amp
Tempat Saringan	Diameter 4 inci
Kertas Saring	Diameter 4 inci
b. Aksesori	
Kertas saring	Kertas Filter Fiber Glass 4” (100 lembar/kotak)
Penyesuaian Aliran Udara	Min Air Flow 0.3 kubik per menit
Tripod	Termasuk Steel Plate

Sumber: *Manual Operation HVAS, 2019*

Berikut adalah cara pembuatan filter TSP dengan serat kaca:

1. Buat bulatan yang sesuai dengan diameter alat High Volume Sampler (HVAS), kemudian cetak bulatan tersebut di kertas saring dan fiber.
2. Setelah kertas saring dan fiber sudah dibentuk menjadi bulat tempelkan dengan lem.

Cara pengukuran TSP menurut SNI 19-7119.3-2005 sebagai berikut:

1. Tandai filter yang akan diidentifikasi.
2. Kondisikan filter pada desikator (kelembaban 50%) atau di ruangan terkondisi (AC) dan dibiarkan selama 24 jam.
3. Kemudian timbang lembaran filter dengan menggunakan neraca analitik (W_1).
4. Bungkus filter dalam kotak dengan lembaran antara (glassine) dan bungkus dengan plastik selama transportasi ke lapangan.
5. Pasangkan pada alat TSP.
6. Operasikan alat dengan cara menghidupkan (posisi “on”) pompa hisap dan mencatat angka flow ratenya (laju alir udara).
7. Matikan alat hingga batas yang sudah ditentukan.

8. Ambil kertas saring.
9. Kondisikan filter pada desikator (kelembaban 50%) atau di ruangan terkondisi (AC) dan dibiarkan selama 24 jam.
10. Timbang filter sampai diperoleh berat tetap (W_2).

Perhitungan untuk mengetahui konsentrasi partikulat dalam satuan $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ maka dilakukanlah dengan menggunakan rumus yang telah ditetapkan di SNI 19-7119.3-2005 mengenai Cara Uji Partikulat Tersuspensi Total menggunakan alat High Volume Air Sampler dengan metode Gravimetri ditunjukkan sebagai berikut.

1. Langkah awal yakni menghitung laju alir standar dengan rumus berikut.

$$Q_s = Q_o \times \left[\frac{T_s \times P_o}{T_o \times P_s} \right]^{0.5} \dots\dots\dots 3.2$$

Keterangan:

- Q_s = laju alir volume dikorelasi pada kondisi standar (m^3/menit)
- Q_o = laju alir volume uji (m^3/menit)
- T_s = temperatur standar 298 K
- T_o = temperatur absolut ($273 + t$ ukur) dimana Q_o $^{\circ}\text{C}$ ditentukan
- P_s = tekanan barometrik standa 101.3 kPa (760 mmHg)
- P_o = tekanan barometrik dimana Q_o ditentukan

2. Langkah kedua yakni menghitung Volume udara yang dihisap HVAS dengan rumus berikut (Prilila dkk, 2016).

$$V = \frac{Q_{s1} + Q_{s2}}{2} \times t \dots\dots\dots 3.3$$

Keterangan:

- Q_{s1} = Laju alir awal terkoreksi pada pengukuran pertama (m^3/menit)
- Q_{s2} = Laju alirakhir terkoreksi pada pengukuran kedua (m^3/menit)
- T = Durasi pengambilan contoh uji (menit)
- V = Volume udara yang diambil (m^3)

3. Langkah ketiga menghitung Volume udara yang dihisap HVAS dengan rumus sebagai berikut.

$$C = \frac{(W_2 - W_1) \times 10^6}{V} \dots\dots\dots 3.4$$

Keterangan:

- C = Konsentrasi massa partikel tersuspensi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- W_1 = Berat filter awal (g)
- W_2 = Berat filter akhir (g)
- V = Volume contoh uji udara (m^3)
- 10^6 = Konversi g ke μg

3. Tahap Pelaporan

Tahap pelaporan merupakan tahap penyusunan laporan yang menganalisa dan membahas semua hasil penelitian mengenai Analisis kualitas udara CO dan TSP dalam ruang dan luar ruang serta faktor yang berhubungan di SD Negeri Wadungasih 1 Buduran Sidoarjo. Data yang diperoleh dari pengamatan lapangan setiap titik pengukuran kemudian diketahui kualitas udara dalam dan udara di luar ruang SD Negeri Wadungasih 1. Data yang diperoleh dari pengamatan lapangan setiap titik pengukuran kemudian dianalisis untuk mengetahui besar konsentrasi CO dan TSP dengan metode deskriptif dan statistik.

Setelah itu, dari perbandingan kualitas udara dalam dan luar ruang dibandingkan dengan peraturan baku mutu yang digunakan. Standart kualitas dalam ruang mengacu pada Keputusan Menteri Republik Indonesia Nomor 1429/MENKES/SK/XII/2016 mengenai Pedoman Penyelenggaraan Kesehatan Lingkungan Sekolah yakni untuk CO sebesar $29 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ sedangkan untuk TSP sebesar $0,15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan untuk standart kualitas udara luar ruang mengacu pada Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 mengenai Pengendalian Pencemaran Udara yakni untuk CO sebesar $30.000 \mu\text{g} /\text{Nm}^3$ sedangkan TSP sebesar $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Metode analisis yang digunakan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif ini dipakai sebagai penjelasan faktor hubungan antara temperatur, kelembaban, kecepatan angina dengan kualitas udara CO dan TSP di

dalam dan luar ruang SD Negeri Wadungasih 1 Buduran Sidoarjo. Penjelasan analisis deskriptif ini menggunakan gambar beserta grafik guna untuk mempermudah dalam pembahasannya. Serta standar kualitas dalam ruang mengacu pada Keputusan Menteri Republik Indonesia Nomor 1429/MENKES/SK/XII/2016 mengenai Pedoman Penyelenggaraan Kesehatan Lingkungan Sekolah sedangkan standar untuk udara luar ruang mengacu pada Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 mengenai Pengendalian Pencemaran Udara.

2. Analisis Statistik

- a. Langkah pertama yaitu memeriksa apakah kedua variabel tersebut berdistribusi normal (> 0.05) dan tidak normal (< 0.05) (Riadi, 2016).

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data pada penelitian yang sudah diolah tersebut berdistribusi normal atau tidak normal. Pada penelitian kali ini jumlah sampel kurang dari 50, maka menggunakan uji Shapiro-Wilk.

Syarat uji normalitas Shapiro-Wilk yaitu:

1. Jika nilai Sig. > 0.05 (lebih besar) maka data berdistribusi normal.
2. Jika nilai Sig. < 0.05 (lebih kecil) maka data berdistribusi tidak normal.

Apabila hasil dari uji korelasi sudah didapat, maka dapat melanjutkan langkah berikutnya yaitu uji korelasi data.

- b. Langkah kedua yaitu memeriksa korelasi antara kedua variabel tersebut (Pitipaldi dkk, 2015).

Uji korelasi dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat hubungan antara kekuatan pada data penelitian. Pada penelitian ini teknik yang digunakan yaitu *Korelasi Spearmans rho*. Kriteria yang digunakan untuk analisis korelasi *Spearmans rho* yaitu:

1. Sumber data untuk kedua variabel berasal dari sumber yang tidak sama/berbeda.
2. Jenis data yang akan dikorelasikan yaitu data ordinal dan data dari kedua variabel yang tidak harus berbentuk distribusi normal.

Atau,

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2-1)} \dots\dots\dots 3.9$$

Lambang S menunjukkan koefisien korelasi urutan peringkat spearman, seperti koefisien product – moment pearson, r_s dapat divariasikan antara -1 dan +1.

Juga dapat menggunakan rumus yang dapat digunakan untuk korelasi *Spearman's rho*:

$$r_{xy} = \frac{6 \sum d^2}{N(N^2-1)} \dots\dots\dots 3.10$$

Keterangan:

- r_{xy} = Koefisien korelasi *Spearman's*
- d = Selisih rangking antara X dan Y
- N = Jumlah data

c. Langkah yang terakhir yaitu menyajikan hasil dari korelasi tersebut.

Data yang didapat pada penelitian ini, kemudian dianalisis menggunakan metode analisis statistik, dimana hubungan antara pencemar CO dan TSP dengan faktor temperatur, kelembaban, kecepatan angin akan ditampilkan bentuk tabel kemudian ditarik kesimpulan sesuai dengan penelitian yang dilakukan. Dasar kaitan langkah dalam uji korelasi *Spearman's rho* dapat dilakukan dengan melihat nilai output “*Corelation Coefficient*” hasil data jika nilai Sig. menunjukkan kurang dari 0.05 maka hubungan antara variabel tersebut dikatakan signifikan. Nilai korelasi *Spearman's rho* dilihat pada nilai koefisien korelasi sebagai kekuatan korelasi. Besar nilai koefisien pada korelasi ini berada diantara +1 sampai dengan -1. Apabila nilai korelasi menunjukkan nilai positif maka hubungan variabel dikatakan searah, sedangkan apabila koefisien bernilai negatif maka hubungan kedua variabel tersebut tak searah. Menurut (Latief, 2008) adapun kriteria kekuatan hasil dari output SPSS dapat dilihat pada **Tabel 3.7** sebagai berikut.

Tabel 3.7 Nilai Kekuatan Korelasi

Nilai Korelasi	Tingkat Hubungan
0,000 – 0,199	Sangat lemah
0,200 - 0,399	Lemah
0,400 - 0,599	Sedang
0,600 - 0,799	Kuat
0,800 – 1,000	Sangat kuat

Sumber: Latief, 2008

Kemudian mengambil kesimpulan hipotesis penelitian pada penelitian yang telah dilakukan, sebagai berikut:

- H0 : Tidak terdapat hubungan antara temperatur, kelembaban, kecepatan angin dengan kualitas udara CO di SD Negeri Wadungasih 1 Buduran Sidoarjo.
- H1 : Terdapat hubungan antara temperatur, kelembaban, kecepatan angin, dengan kualitas udara CO di SD Negeri Wadungasih 1 Buduran Sidoarjo
- H0 : Tidak terdapat hubungan antara temperatur, kelembaban, kecepatan angin, dengan kualitas udara TSP di SD Negeri Wadungasih 1 Buduran Sidoarjo.
- H1 : Terdapat hubungan antara temperatur, kelembaban, kecepatan angin, dengan kualitas udara TSP di SD Negeri Wadungasih 1 Buduran Sidoarjo.

memiliki luas lantai sebesar 8 m x 7 m. Ventilasi yang ada di ruang kelas 3 yaitu untuk ventilasi permanen berjumlah 15 dan memiliki ukuran sebesar 40 cm x 50 cm sedangkan untuk ventilasi insidental (bisa dibuka dan ditutup) berjumlah 10 dan memiliki ukuran sebesar 50 cm x 50 cm. Jarak antara ruang kelas 3 dengan jalan raya yaitu sekitar \pm 18 meter. Berikut kondisi eksisting ruang kelas 3 disajikan pada **Gambar 4.1** dibawah ini.



Gambar 4.1 Kondisi Eksisting Titik Sampling 1 pada Siang Hari
Sumber: Dokumentasi Penulis, 2019

b. Titik Sampling 2

Titik Sampling 2 terdapat di ruang kelas 4 dengan koordinat $7^{\circ}25'17.26''S$ dan $112^{\circ}44'08.20''E$. Pada titik sampling 2 ini dilakukan sampling kualitas udara dalam ruang yakni CO, TSP, juga faktor yang berhubungan diantaranya yaitu temperatur, kelembaban dan kecepatan angin. Adapun kondisi eksisting pada ruang kelas 4 memiliki luas lantai sebesar 8 m x 7 m. ventilasi permanen berjumlah 15 dan memiliki ukuran sebesar 40 cm x 50 cm sedangkan untuk ventilasi insidental (bisa dibuka dan ditutup) berjumlah 10 dan memiliki ukuran sebesar 50 cm x 50 cm. Jarak antara ruang kelas 4 dengan jalan raya yaitu sekitar \pm 7 meter. Berikut kondisi eksisting ruang kelas 4 disajikan pada **Gambar 4.2** dibawah ini.



Gambar 4.2 Kondisi Eksisting Titik Sampling 2 pada Pagi Hari
Sumber: Dokumentasi Penulis, 2019

c. Titik Sampling 3

Titik Sampling 3 terdapat di ruang guru dengan koordinat $7^{0}25'18.07''S$ dan $112^{0}44'08.17''E$. Pada titik sampling 3 ini dilakukan sampling kualitas udara dalam ruang yakni CO, TSP, juga faktor yang berhubungan diantaranya yaitu temperatur, kelembaban dan kecepatan angin. Adapun kondisi eksisting pada ruang guru memiliki luas lantai sebesar 8 m x 7 m. ventilasi permanen berjumlah 15 dan memiliki ukuran sebesar 40 cm x 50 cm sedangkan untuk ventilasi insidentil (bisa dibuka dan ditutup) berjumlah 10 dan memiliki ukuran sebesar 50 cm x 50 cm. Jarak antara ruang guru dengan jalan raya yaitu sekitar ± 12 meter. Berikut kondisi eksisting ruang guru disajikan pada **Gambar 4.3** dibawah ini.



Gambar 4.3 Kondisi Eksisting Titik Sampling 3 pada Siang Hari
Sumber: Dokumentasi Penulis, 2019

d. Titik Sampling 4

Titik Sampling 4 terdapat di lapangan dekat gerbang dengan koordinat $7^{\circ}25'18.38''S$ dan $112^{\circ}44'07.96''E$. Pada titik sampling 4 ini dilakukan sampling kualitas udara luar ruang yakni CO, TSP, juga faktor yang berhubungan diantaranya yaitu temperatur, kelembaban dan kecepatan angin. Adapun kondisi eksisting lapangan yaitu disekelilingnya terdapat tanaman yang berada didepan dan disamping ruang kelas dan ruang guru juga pepohonan. Jarak antara jalan dengan lapangan yaitu ± 6 meter. Berikut adalah kondisi eksisting disajikan pada **Gambar 4.4**.



Gambar 4.4 Kondisi Eksisting Titik Sampling 4 pada Pagi Hari
Sumber: Dokumentasi Penulis, 2019

4.2 Perbandingan Kualitas Udara Dalam Ruang dengan Parameter Fisik di SD Negeri Wadungasih 1 dengan Keputusan Menteri Republik Indonesia Nomor 1429/MENKES/XII/2016

4.2.1 Temperatur Dalam Ruang

Pengukuran nilai temperatur di dalam ruang kelas di SD Negeri Wadungasih 1 Buduran Sidoarjo dilaksanakan selama 3 hari yaitu 2 hari aktif dan 1 hari libur (09-11 Agustus 2019). Alat untuk mengukur temperatur menggunakan Anemometer dengan durasi pengukuran selama 1 jam pada waktu pagi 07.00-09.00 WIB, siang 12.00-14.00 WIB dan sore 15.00-17.00 WIB. Pengukuran nilai temperatur diambil di 3 titik. Pada setiap titik dalam ruang sekali pengukuran nilai temperatur dilakukan

penghuni di ruangan. Kelembaban udara dalam ruang yang nilai pengukurannya kurang dari 65-95% maka kondisi udara akan terasa lebih kering, terasa serat ditenggorokan, hidung tersumbat, dan kulit menjadi kering. Kenyamanan penghuni dalam ruang disuatu bangunan tergantung dengan temperatur dan kelembaban udara dalam ruang tersebut yang dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti tingkat aktivitas, pakaian, usia dan berbagai mental penghuni ruangan. Kelembaban dalam ruang dapat dipengaruhi oleh luas ventilasi yang ada dalam ruangan tersebut. Yang mana kelembaban udara dalam ruang kelas dan ruang guru non AC sangat bergantung dengan kondisi yang ada diluar ruangan. Sumber penyebab kelembaban udara yakni dapat dilihat dari kontruksi bangunan yang sudah tidak bagus lagi seperti halnya lantai, pada dinding yang tumbuh spora dan berkembang biak, dan juga atap yang bocor (Lestiani dan Pawenang, 2018).

4.2.3 Kecepatan Angin Dalam Ruang

Pengukuran nilai kecepatan angin di dalam ruang kelas di SD Negeri Wadungasih 1 Buduran Sidoarjo dilaksanakan selama 3 hari yaitu 2 hari aktif dan 1 hari libur (09-11 Agustus 2019). Alat untuk mengukur kecepatan angin menggunakan Anemometer dengan durasi pengukuran selama 1 jam pada waktu pagi 07.00-09.00 WIB, siang 12.00-14.00 WIB dan sore 15.00-17.00 WIB. Pengukuran nilai kecepatan angin diambil di 3 titik dalam ruang. Pada setiap titik dalam sekali pengukuran nilai kecepatan angin dilakukan sebanyak 27 kali yang berbeda. Berikut adalah hasil pengukuran nilai kecepatan angin di dalam ruang pada hari Jumat, Sabtu dan Minggu disetiap titik sampling dapat dilihat pada **Gambar 4.7**.

dengan papan tulis harus diperhatikan pencahayaan pada media tersebut. Hal ini untuk menentukan gambaran cahaya tidak memicu masalah pengelihatan bagi siswa khususnya bagi siswa yang posisi duduknya berada didekat papan tulis. Untuk media papan tulis yang berwarna putih kuat pencahayaan yang dianjurkan yaitu 250 lux, sedangkan untuk papan tulis yang berwarna hitam dimana daya pantulnya tidak lebih dari 0.1 maka kuat pencahayaan yang dianjurkan adalah 500 lux. Hasil penelitian (Kurniasih 2014) menyatakan bahwa lampu yang digunakan dalam ruang kelas seharusnya lampu berwarna putih netral yang sinarnya bisa menyatu dengan baik dengan cahaya alami. Untuk ruang kelas dan ruang guru dengan ketinggian 3 meter jenis lampu yang disarankan adalah lampu TL U, lampu TL standar, lampu HQI kurang dari 250 watt sampai dengan 250 watt.

4.2.5 Luas Ventilasi

Pengukuran luas ventilasi di ruang kelas dan ruang guru SD Negeri Wadungasih 1 Buduran Sidoarjo dilaksanakan selama 1 hari pada pagi hari pukul 07.00-08.00 WIB Jumat, 09 Agustus 2019. Alat untuk mengukur luas ventilasi menggunakan Meteran dan nilai luas ventilasi diambil di 3 titik ruangan yaitu titik 1 (kelas 3), titik 2 (kelas 4) dan titik 3 (ruang guru) yang ada di SD Negeri Wadungasih 1. Pengukuran luas ventilasi dilaksanakan sesuai dengan Keputusan Menteri Republik Indonesia Nomor 1429/MENKES/SK/VII/2006 tentang Pedoman Penyelenggaraan Kesehatan Lingkungan Sekolah. Berikut adalah contoh perhitungan luas ventilasi di titik 1 pada hari jumat pengukuran dilaksanakan pada waktu pagi dengan rumus sebagai berikut (Hero, 2012).

a. Langkah pertama menghitung panjang dan luas ruangan.

1. Ruang kelas

Panjang = 8 meter

Luas = 7 meter

2. Ruang guru

Panjang = 8 meter

Luas = 7 meter

b. Langkah kedua menghitung luas lantai ruangan.

1. Ruang kelas

Luas lantai

2. Ruang guru

Luas lantai

$$\begin{aligned}
 &= P \times l \\
 &= 8 \text{ m} \times 7 \text{ m} \\
 &= 56 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= P \times l \\
 &= 8 \text{ m} \times 7 \text{ m} \\
 &= 56 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

c. Langkah ketiga menghitung luas ventilasi permanen pada ruangan.

1. Ruang kelas

$$\begin{aligned}
 &\text{Luas ventilasi permanen} \\
 &= P \times l \\
 &= 0.4 \text{ m} \times 0.5 \text{ m} \\
 &= 0.2 \text{ m} \times \frac{1}{2} \\
 &= 0.1 \text{ m}
 \end{aligned}$$

2. Ruang guru

$$\begin{aligned}
 &\text{Luas ventilasi permanen} \\
 &= P \times l \\
 &= 0.4 \text{ m} \times 0.5 \text{ m} \\
 &= 0.2 \text{ m} \times \frac{1}{2} \\
 &= 0.1 \text{ m}
 \end{aligned}$$

d. Langkah keempat menghitung luas ventilasi insidentil pada ruangan.

1. Ruang kelas

$$\begin{aligned}
 &\text{Luas ventilasi insidentil} \\
 &= P \times l \\
 &= 0.5 \text{ m} \times 0.5 \text{ m} \\
 &= 0.25 \text{ m} \times \frac{1}{2} \\
 &= 0.125 \text{ m}
 \end{aligned}$$

2. Ruang guru

$$\begin{aligned}
 &\text{Luas ventilasi insidentil} \\
 &= P \times l \\
 &= 0.5 \text{ m} \times 0.5 \text{ m} \\
 &= 0.25 \text{ m} \times \frac{1}{2} \\
 &= 0.125 \text{ m}
 \end{aligned}$$

e. Langkah kelima menghitung luas ventilasi yang ada pada ruangan.

1. Ruang kelas

$$\begin{aligned}
 &\text{Semua ventilasi} \\
 &= \text{Luas ventilasi permanen} + \text{luas ventilasi insidentil} \\
 &= 0.1 \text{ m} + 0.125 \text{ m} \\
 &= 0.225 \text{ m}
 \end{aligned}$$

2. Ruang kelas

$$\begin{aligned}
 &\text{Semua ventilasi} \\
 &= \text{Luas ventilasi permanen} + \text{luas ventilasi insidentil} \\
 &= 0.1 \text{ m} + 0.125 \text{ m} \\
 &= 0.225 \text{ m}
 \end{aligned}$$

f. Langkah keenam mengubah hasil dari perhitungan ventilasi yang ada kedalam persen (%).

1. Ruang kelas

$$\begin{aligned} 0.225 &= \dots\dots\% \\ &= 0.225 \times 100\% \\ &= \frac{225}{100} \times 100\% \\ &= 2.25 \times 100\% \\ &= 2.25\% \end{aligned}$$

2. Ruang guru

$$\begin{aligned} 0.225 &= \dots\dots\% \\ &= 0.225 \times 100\% \\ &= \frac{225}{100} \times 100\% \\ &= 2.25 \times 100\% \\ &= 2.25\% \end{aligned}$$

Hasil perhitungan luas ventilasi pada titik sampling 1 (kelas 3), titik sampling 2 (kelas 4) dan titik sampling 3 (ruang guru) yang ada di SD Negeri Wadungasih 1 terdapat luas ventilasi permanen sebesar 0.1 m dan luas ventilasi insidental 0.125 m. Total luas ventilasi yang ada pada titik sampling 1 (kelas 3), titik sampling 2 (kelas 4) dan titik sampling 3 (ruang guru) yaitu sebesar 0.225 Mmaka vebtilasi yang berada di ruang kelas dan ruang guru sebesar 2.25% dari luas lantai. Luas ventilasi menurut Keputusan Menteri Republik Indonesia Nomor 1429/MENKES/XII/2016 tentang Pedoman Penyelenggaraan Kesehatan Lingkungan Sekolah, untuk ruang kelas yaitu 20% dari luas lantai (10% ventilasi pemanen dan 10% dari ventilasi insidental/ dapat diatur) sedangkan untuk ruang guru yaitu 10% dari luas lantai (5% ventilasi pemanen dan 5% dari ventilasi insidental/ dapat diatur). Berikut perbandingan luas ventilasi dengan Keputusan Menteri Republik Indonesia Nomor 1429/MENKES/XII/2016 disajikan pada **Tabel 4.2** dibawah ini.

Tabel 4.2 Perbandingan Luas Ventilasi dan Baku Mutu

Hasil Pengukuran			Keputusan Menteri Republik Indonesia Nomor 1429/MENKES/XII/2016	
Ruang	Luas lantai (m ²)	Luas ventilasi (%)	Luas lantai (m ²)	Luas ventilasi (%)
Kelas 3	56	2.25	56	20
Kelas 4				10
Ruang guru				

Sumber: Hasil Penelitian, 2019

Berdasarkan **Tabel 4.2** diatas menunjukkan hasil dari luas ventilasi yang ada di ruang kelas 3, kelas 4 dan ruang guru memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan. Keberadaan ventilasi akan mempermudah pergerakan udara yang berada di dalam ruangan. Ventilasi pada bangunan dapat berupa ventilasi alami atau ventilasi yang tidak melibatkan mesin. Dengan adanya pergerakan udara dalam ruang maka dapat memperbaiki kualitas udara yang ada di dalam ruang, sehingga dapat meningkatkan kenyamanan dan kesehatan penghuni yang ada di ruangan tersebut (Rachmatantri dkk, 2013). Ventilasi yang ideal yang digunakan untuk ruangan yaitu kondisi ventilasi bersih, luas yang memenuhi syarat, ventilasi sering dibuka, dengan adanya cross ventilation sehingga tidak akan menyebabkan adanya space dalam ruangan. Faktor-faktor yang mempengaruhi system ventilasi pada bangunan yaitu orientasi bukaan, lokasi bukaan, dimensi bukaan, rasio bukaan, tipe bukaan, pengaruh bukaan, jalur sirkulasi dan penghalang (Agustin dkk, 2015).

Ruang kelas dan ruang guru membutuhkan udara yang nyaman baik secara alamiah ataupun buatan. Di Negara tropis Indonesia secara umum, ventilasi alam pada bangunan sekolah cukup menampung apabila banyak jendela dan lubang ventilasi diperhitungkan dengan benar. Selain berfungsi sebagai pertukaran udara ventilasi juga berfungsi sebagai tempat melintasnya cahaya matahari pada siang hari sebagai kebutuhan penyorotan dalam ruang tersebut. Ruang kelas dan ruang guru akan terasa pengap jika ventilasi alamiah hanya sebagai pertukaran udara segar dan kurang memadai maka dibutuhkan perbaikan udara secara efisien yaitu kipas angin (Stevia, 2010). Hasil penelitian dari (Hero, 2012) menyatakan bahwa langkah yang harus dilaksanakan apabila kondisi luas ventilasi yang kurang memenuhi syarat maka harus sering membuka ventilasi yang insidental. Langkah tersebut sebaiknya dilakukan setiap hari agar udara yang ada dalam ruang dapat bertukar dengan udara alam. Juga membersihkan ventilasi secara rutin agar tidak memicu debu pada ventilasi yang bisa mencemari kualitas udara yang ada dalam ruang tersebut.

4.3 Perbandingan Konsentrasi CO dan TSP Dalam Ruang SD Negeri Wadungasih 1 dengan Keputusan Menteri Republik Indonesia Nomor 1429/MENKES/XII/2016

4.3.1 CO Dalam Ruang

Pengukuran konsentrasi CO di dalam ruang kelas dan ruang guru di SD Negeri Wadungasih 1 Buduran Sidoarjo dilaksanakan selama 3 hari yaitu 2 hari aktif dan 1 hari libur (09-11 Agustus 2019). Alat untuk mengukur konsentrasi CO menggunakan CO *Analyzer* dengan durasi pengukuran selama 1 jam. Pada setiap titik dalam sekali pengukuran CO dilakukan sebanyak 27 kali yang berbeda. Agar hasil dari pengukuran konsentrasi CO yang peroleh sesuai dengan ketetapan standar nasional pada Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 tahun 2010, maka dari satuan ppm (*part per million*) lalu dikonversikan menggunakan satuan $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (*micrometer per normal meter kubik*). Berikut perhitungan konversi konsentrasi CO dari satuan ppm ke $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dititik 1 pada hari Sabtu menggunakan rumus:

$$C_2 (\mu\text{g}/\text{Nm}^3) = C_1 (\text{ppm}) \times 10^{-3} \times \frac{[p \times M]}{[R \times T]}$$

Keterangan:

C_2 = konsentrasi CO di udara ambien ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)

C_1 = konsentrasi CO di udara ambien hasil pengukuran (ppm)

P = tekanan udara (1 atm)

M = berat molekul CO (Ar C = 12, Ar O = 16 \rightarrow berat molekul CO = 12 + 16 = 28 g/mol)

T = temperatur absolut ($23^{\circ}\text{C} \rightarrow 298^{\circ}\text{K}$)

10^{-3} = konversi ppm ke g/L

$$C_2 (\mu\text{g}/\text{Nm}^3) = C_1 (\text{ppm}) \times 10^{-3} \times \frac{[P \times M]}{[R \times T]}$$

$$C_2 (\mu\text{g}/\text{Nm}^3) = 0.03 \times 10^{-3} \times \frac{[1 \text{ atm} \times 28 \text{ g/mol}]}{[0.0821 \text{ L/atm} \times 298^{\circ}\text{K}]}$$

- a. Langkah awal yaitu menghitung laju alir pada kondisi standar dengan menggunakan rumus 3.1.

$$\begin{aligned} Q_{s1} &= Q_0 \times \left[\frac{T_s \times P_0}{T_0 \times P_s} \right]^{0.5} \\ &= 0.8 \text{ (m}^3\text{/menit)} \times \left[\frac{298 \text{ K} \times 98.64 \text{ kPa}}{(273+26.00)\text{K} \times 101.3 \text{ kPa}} \right]^{0.5} \\ &= 135.1 \text{ m}^3\text{/menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{s2} &= Q_0 \times \left[\frac{T_s \times P_0}{T_0 \times P_s} \right]^{0.5} \\ &= 0.5 \text{ (m}^3\text{/menit)} \times \left[\frac{298 \text{ K} \times 98.64 \text{ kPa}}{(273+26.00)\text{K} \times 101.3 \text{ kPa}} \right]^{0.5} \\ &= 84.4 \text{ m}^3\text{/menit} \end{aligned}$$

- b. Langkah kedua yaitu menghitung volume udara yang terhisap dengan menggunakan rumus 3.2.

$$\begin{aligned} V &= \frac{Q_{s1} + Q_{s2}}{2} \times t \\ &= \frac{135.1 \text{ m}^3\text{/menit} + 84.4 \text{ m}^3\text{/menit}}{2} \times 60 \text{ menit} \\ &= 6585 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- c. Langkah ketiga yaitu menghitung konsentrasi TSP dengan rumus 3.3.

$$\begin{aligned} C_1 &= \frac{(W_2 - W_1) \times 10^6}{V} \\ &= \frac{(0.6942 \text{ g} - 0.6878 \text{ g}) \times 10^6}{6585 \text{ m}^3} \\ &= 0.956 \text{ } \mu\text{g/m}^3 \end{aligned}$$

Pengukuran konsentrasi TSP dilakukan dengan durasi 1 jam kemudian diubah menjadi 24 jam dengan menggunakan rumus 3.4. diketahui konsentrasi TSP di titik 1 pada hari Jumat pagi (C_1) $0.956 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ dengan durasi (t_1) = 60 menit. Dari data tersebut dapat diestimasi konsentrasi TSP kedalam pengukuran 24 jam seperti yang disajikan berikut ini.

$$\begin{aligned} C_2 &= C_1 \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^p \\ &= 0.956 \text{ } \mu\text{g/m}^3 \left(\frac{1440 \text{ menit}}{60 \text{ menit}} \right)^{0.2} \\ &= 13.39 \text{ } \mu\text{g/m}^3 \end{aligned}$$

dan jarak terlalu jauh antara vegetasi satu dengan yang lainnya, partikel tanah yang terdistribusi oleh fluida (Oktaviani & Prasasti, 2015).

Pengukuran CO luar ruang di SD Negeri Wadungasih 1 Buduran Sidoarjo dilaksanakan selama 3 hari yaitu 2 hari aktif dan 1 hari libur (09-11 Agustus 2019). Alat untuk mengukur CO menggunakan CO *Analyzer* dengan durasi pengukuran selama 1 jam. Pengukuran CO luar ruang diambil di titik 4 tepatnya dilapangan dekat dengan pintu gerbang masuk. Pada titik 4 ini dalam sekali pengukuran CO dilakukan sebanyak 9 kali yang berbeda. Agar hasil dari pengukuran konsentrasi CO yang peroleh sesuai dengan ketetapan standar nasional pada Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 tahun 2010, maka dari satuan ppm (*part per million*), lalu dikonversikan menggunakan satuan $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (*micrometer per normal meter kubik*). Berikut perhitungan konversi konsentrasi CO dari satuan ppm ke $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dititik 4 pada hari Jumat menggunakan rumus:

$$C_2 (\mu\text{g}/\text{Nm}^3) = C_1 (\text{ppm}) \times 10^{-3} \times \frac{[P \times M]}{[R \times T]}$$

Keterangan:

C_2 = konsentrasi CO di udara ambien ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)

C_1 = konsentrasi CO di udara ambien hasil pengukuran (ppm)

P = tekanan udara (1 atm)

M = berat molekul CO (Ar C = 12, Ar O = 16 \rightarrow berat molekul CO = 12 + 16 = 28 g/mol)

T = temperatur absolut ($23^{\circ}\text{C} \rightarrow 298^{\circ}\text{K}$)

10^{-3} = konversi ppm ke g/L

$$C_2 (\mu\text{g}/\text{Nm}^3) = C_1 (\text{ppm}) \times 10^{-3} \times \frac{[P \times M]}{[R \times T]}$$

$$C_2 (\mu\text{g}/\text{Nm}^3) = 1.83 \times 10^{-3} \times \frac{[1 \text{ atm} \times 28 \text{ g/mol}]}{[0.0821 \text{ L/atm} \times 298^{\circ}\text{K}]}$$

$$C_2 (\mu\text{g}/\text{Nm}^3) = 1.83 \times 10^{-3} \times \frac{[28 \text{ g}]}{[24.46 \text{ L}]}$$

$$C_2 (\mu\text{g}/\text{Nm}^3) = 2.0948 \times 10^{-3} \text{ g/L}$$

- a. Langkah awal yaitu menghitung laju alir pada kondisi standar dengan menggunakan rumus 3.1.

$$\begin{aligned}
 Q_{s1} &= Q_0 \times \left[\frac{T_s \times P_0}{T_0 \times P_s} \right]^{0.5} \\
 &= 0.2 \text{ (m}^3\text{/menit)} \times \left[\frac{298 \text{ K} \times 98.64 \text{ kPa}}{(273+26.02) \text{ K} \times 101.3 \text{ kPa}} \right]^{0.5} \\
 &= 283.4 \text{ m}^3\text{/menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{s2} &= Q_0 \times \left[\frac{T_s \times P_0}{T_0 \times P_s} \right]^{0.5} \\
 &= 0.1 \text{ (m}^3\text{/menit)} \times \left[\frac{298 \text{ K} \times 98.64 \text{ kPa}}{(273+26.02) \text{ K} \times 101.3 \text{ kPa}} \right]^{0.5} \\
 &= 272.6 \text{ m}^3\text{/menit}
 \end{aligned}$$

- b. Langkah kedua yaitu menghitung volume udara yang terhisap dengan menggunakan rumus 3.2.

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{Q_{s1} + Q_{s2}}{2} \times t \\
 &= \frac{283.4 \text{ m}^3\text{/menit} + 272.6 \text{ m}^3\text{/menit}}{2} \times 60 \text{ menit} \\
 &= 16680 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

- c. Langkah ketiga yaitu menghitung konsentrasi TSP dengan rumus 3.3.

$$\begin{aligned}
 C_1 &= \frac{(W^2 - W^1) \times 10^6}{V} \\
 &= \frac{(0.7584 \text{ g} - 0.0264 \text{ g}) \times 10^6}{16680 \text{ m}^3} \\
 &= 43.884 \text{ } \mu\text{g/m}^3
 \end{aligned}$$

Pengukuran konsentrasi TSP dilakukan dengan durasi 1 jam kemudian diubah menjadi 24 jam dengan menggunakan rumus 3.4. diketahui konsentrasi TSP di titik 4 pada hari Jumat pagi (C_1) $43.884 \mu\text{g/m}^3$ dengan durasi (t_1) = 60 menit. Dari data tersebut dapat diestimasi konsentrasi TSP kedalam pengukuran 24 jam seperti yang disajikan berikut ini.

$$\begin{aligned}
 C_2 &= C_1 \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^p \\
 &= 43.884 \text{ } \mu\text{g/m}^3 \left(\frac{60 \text{ menit}}{1440 \text{ menit}} \right)^{0.2}
 \end{aligned}$$

pada titik 4 pengambilan sampel berada di lapangan SD Negeri Wadungasih 1 Buduran Sidoarjo hasil yang didapat akan di rata-rata. Perbandingan temperatur dan konsentrasi CO dilakukan untuk mengetahui hubungan antara kedua variabel tersebut. Berikut langkah-langkah untuk mengetahui korelasi antara kedua variabel.

- a. Langkah pertama yaitu memeriksa apakah kedua variabel tersebut berdistribusi normal (> 0.05) dan tidak normal (< 0.05).

Tabel 4.8 Uji Normalitas Temperatur dan Konsentrasi CO Luar Ruang

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	Df	Sig.
Temperatur	.216	9	.200 [*]	.841	9	.059
CO	.212	9	.200 [*]	.941	9	.592

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Berdasarkan **Tabel 4.8** analisis diatas, dapat diketahui bahwa temperatur udara luar ruang berdistribusi normal dan konsentrasi CO luar ruang berdistribusi normal. Maka, selanjutnya dapat dilakukan uji korelasi dalam penelitian ini.

- b. Langkah kedua yaitu memeriksa korelasi antara kedua variabel tersebut.

Tabel 4.9 Uji Korelasi Temperatur dan Konsentrasi CO Luar Ruang

			Temperatur	CO
Spearman's rho	Temperatur	Correlation Coefficient	1.000	.035
		Sig. (2-tailed)	.	.930
		N	9	9
	CO	Correlation Coefficient	.035	1.000
		Sig. (2-tailed)	.930	.
		N	9	9

Tabel 4.9 diatas diketahui hasil antara temperatur udara saat pagi, siang dan sore tidak memiliki hubungan terhadap konsentrasi CO. Hasil analisis dari korelasi *Spearman's* antara temperatur udara dengan konsentrasi CO luar ruang nilai *Correlation Coefficient* (r).

- c. Langkah yang terakhir yaitu menyajikan hasil dari korelasi tersebut.

Berikut **Tabel 4.10** hasil dari korelasi yang akan disajikan dibawah ini.

yang terkena pencemar CO, tetapi akan menjadi tidak terpusat pada satu lokasi saja karena konsentrasi CO cenderung menjadi kecil. Indeks utama untuk mengetahui persebaran dan akumulasi suatu faktor pencemaran udara yaitu kecepatan angin. Apabila kecepatan angin rendah, maka menyebabkan penurunan konsentrasi CO yang diakibatkan oleh faktor kecepatan angin rendah dan persebaran konsentrasi CO akan terjadi pelambatan (Syech, 2013).

2. Di Luar Ruang

Kecepatan angin dan konsentrasi CO di luar ruang pada titik 4 pengambilan sampel berada di lapangan SD Negeri Wadungasih 1 Buduran Sidoarjo hasil yang didapat akan di rata-rata. Perbandingan kecepatan angin dan konsentrasi CO dilakukan untuk mengetahui hubungan antara kedua variabel tersebut. Berikut langkah-langkah untuk mengetahui korelasi antara kedua variabel .

- a. Langkah pertama yaitu memeriksa apakah kedua variabel tersebut berdistribusi normal (> 0.05) dan tidak normal (< 0.05).

Tabel 4.20 Uji Normalitas Kecepatan Angin dan Konsentrasi CO Luar Ruang

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	Df	Sig.
Angin	.254	9	.099	.868	9	.118
CO	.212	9	.200*	.941	9	.592

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Berdasarkan **Tabel 4.20** analisis diatas, dapat diketahui bahwa kecepatan angin luar ruang berdistribusi normal dan konsentrasi CO luar ruang berdistribusi normal. Maka, selanjutnya dapat dilakukan uji korelasi dan hipotesis dalam penelitian ini.

konsentrasi CO yang terbentuk. Salah satu penyebabnya yaitu terjadinya pemecahan polutan dengan mudah. Adanya pepohonan yang berada disekitar lokasi penelitian yang berdekatan dengan jalan raya akan menyebabkan penurunan konsentrasi CO. Kecepatan angin merupakan salah satu faktor pendorong menurunnya dan pemecah konsentrasi pencemar (Yulianita dkk, 2013).

4.5.4 Korelasi Temperatur dengan Konsentrasi TSP

1. Di Dalam Ruang

Temperatur udara dan konsentrasi TSP di titik 1, 2 dan 3 pengambilan sampel yang berada di SD Negeri Wadungasih 1 Buduran Sidoarjo hasil yang didapat akan di rata-rata. Perbandingan temperatur dan konsentrasi TSP dilakukan untuk mengetahui hubungan antara kedua variabel tersebut. Berikut langkah-langkah untuk mengetahui korelasi antara kedua variabel.

- a. Langkah pertama yaitu memeriksa apakah kedua variabel tersebut berdistribusi normal (> 0.05) dan tidak normal (< 0.05).

Tabel 4.23 Uji Normalitas Temperatur dan Konsentrasi TSP Dalam Ruang
Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	Df	Sig.
Temperatur	.279	9	.041	.801	9	.021
TSP	.233	9	.171	.807	9	.024

a. Lilliefors Significance Correction

Berdasarkan **Tabel 4.23** analisis diatas, dapat diketahui bahwa temperatur udara dalam ruang berdistribusi tidak normal dan konsentrasi TSP dalam ruang berdistribusi tidak normal. Maka, selanjutnya dapat dilakukan uji korelasi dalam penelitian ini.

- b. Langkah kedua yaitu memeriksa korelasi antara kedua variabel tersebut.

Tabel 4.27 Uji Korelasi Temperatur dan Konsentrasi TSP Luar Ruang
Correlations

			Temperatur	TSP
Spearman's rho	Temperature	Correlation Coefficient	1.000	.933**
		Sig. (2-tailed)	.	.000
		N	9	9
	TSP	Correlation Coefficient	.933**	1.000
		Sig. (2-tailed)	.000	.
		N	9	9

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Tabel 4.27 diatas diketahui hasil antara temperatur udara saat pagi, siang dan sore yang memiliki hubungan terhadap konsentrasi TSP luar ruang. Hasil analisis dari korelasi *Spearman's* antara temperatur udara luar ruang dengan konsentrasi TSP luar ruang nilai *Correlation Coefficient* (r) sebesar 0.933. 0

- c. Langkah yang terakhir yaitu menyajikan hasil dari korelasi tersebut.

Berikut **Tabel 4.28** hasil dari korelasi yang akan disajikan dibawah ini.

Tabel 4.28 Korelasi Temperatur dengan Konsentrasi TSP Luar Ruang

Hari	Pagi (07.00-09.00)		Siang (12.00-14.00)		Sore (15.00-17.00)		Hasil Analisis
	Temperatur (°C)	TSP (µg/m ³)	Temperatur (°C)	TSP (µg/m ³)	Temperatur (°C)	TSP (µg/m ³)	
Jumat	27.35	614.8	33.14	603.6	30.83	579.4	r = 0.933 nilai sig. 0.000
Sabtu	27.39	520.2	33.20	520.3	30.98	518.4	
Minggu	27.25	548.9	33.34	470.4	30.54	498.9	

Sumber: Hasil Penelitian, 2019

Berdasarkan **Tabel 4.29** menunjukkan hasil analisis korelasi *Spearman's rho* antara temperatur udara dengan konsentrasi TSP luar ruang. Hasil analisis *Spearman's rho* temperatur udara dengan konsentrasi TSP menghasilkan nilai Sig 0.000 dan nilai r sebesar 0.933 tergolong variabel sangat kuat. Apabila hasil dari nilai Sig < 0.05 maka terdapat korelasi terhadap temperatur udara dan konsentrasi TSP luar ruang. Berdasarkan hasil uji korelasi *Spearman's rho* dalam peristiwa ini maka dapat disimpulkan H1 diterima, yang artinya terdapat korelasi antara temperatur udara dengan konsentrasi TSP dalam ruang yang berada di SD Negeri Wadungasih 1 Buduran Sidoarjo.

Berdasarkan **Tabel 4.29** analisis diatas, dapat diketahui bahwa kelembaban udara dalam ruang berdistribusi tidak normal dan konsentrasi TSP dalam ruang berdistribusi tidak normal. Maka, selanjutnya dapat dilakukan uji dalam penelitian ini.

- b. Langkah kedua yaitu memeriksa korelasi antara kedua variabel tersebut.

Tabel 4.30 Uji Korelasi Kelembaban dan Konsentrasi TSP Dalam Ruang
Correlations

			Kelembaban	TSP
Spearman's rho	Kelembaban	Correlation Coefficient	1.000	-.840**
		Sig. (2-tailed)	.	.005
		N	9	9
	TSP	Correlation Coefficient	-.840**	1.000
		Sig. (2-tailed)	.005	.
		N	9	9

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Tabel 4.30 diatas diketahui hasil antara kelembaban udara saat pagi, siang dan sore yang memiliki hubungan terhadap konsentrasi TSP Hal ini ditunjukkan dari korelasi kelembaban udara dengan TSP. Hasil analisis dari korelasi *Spearman's* antara kelembaban udara dalam ruang dengan konsentrasi TSP dalam ruang nilai *Correlation Coefficient* (r) sebesar -0.840.

- c. Langkah yang terakhir yaitu menyajikan hasil dari korelasi tersebut.

Berikut **Tabel 4.31** hasil dari korelasi yang akan disajikan dibawah ini.

Tabel 4.31 Korelasi Kelembaban dengan Konsentrasi TSP Dalam Ruang

Hari	Pagi (07.00-09.00)		Siang (12.00-14.00)		Sore (15.00-17.00)		Hasil Analisis
	Kelembaban (%)	TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Kelembaban (%)	TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Kelembaban (%)	TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
Jumat	67.02	7.35	47.57	50.28	57.66	27.24	r = -0.840 nilai sig. 0.005
Sabtu	67.04	19.40	47.54	33.90	57.69	13.19	
Minggu	67.04	9.41	47.54	28.65	57.62	16.10	

Sumber: Hasil Penelitian, 2019

Berdasarkan **Tabel 4.31** menunjukkan hasil analisis korelasi *Spearman's rho* antara kelembaban udara dengan konsentrasi TSP dalam ruang. Hasil analisis *Spearman's rho* kelembaban udara dengan konsentrasi TSP menghasilkan nilai Sig 0.005 dan nilai r sebesar -0.840 tergolong variabel sangat lemah. Apabila hasil dari

nilai Sig < 0.05 maka terdapat korelasi terhadap kelembaban udara dan konsentrasi TSP dalam ruang. Berdasarkan hasil uji korelasi *Spearman's rho* dalam peristiwa ini maka dapat disimpulkan H1 diterima, yang artinya terdapat korelasi antara kelembaban udara dengan konsentrasi TSP dalam ruang yang berada di SD Negeri Wadungasih 1 Buduran Sidoarjo.

Faktor kelembaban udara memberikan pengaruh yang berbanding terbalik dengan temperatur udara sebab apabila temperatur udara bernilai rendah maka kelembaban udara terjadi peningkatan (Palureng dkk, 2017). Hasil penelitian (Wiraadiputri, 2012) menyatakan pada saat keadaan udara lembab maka temperatur udara akan menurun mengakibatkan terhambatnya proses radiasi matahari pada bumi karena terjadinya awan di atmosfer juga terbantunya proses pengendapan bahan pencemar. Dengan adanya udara yang kondisinya lembab maka sebanyak apapun TSP akan berikatan dengan air yang ada pada udara. Kemudian TSP akan terbentuk partikel-partikel yang berukuran bertambah besar akan lebih mudah untuk mengendap di tanah. Hasil penelitian (Chen et al, 2012) menyatakan bahwa kelembaban udara berpengaruh terhadap konsentrasi TSP dalam ruangan, karena pada dasarnya kelembaban udara yang bernilai tinggi menyebabkan berat konsentrasi TSP akan meningkat tinggi dan dapat mempercepat penangkapan TSP yang ada dipermukaan lantai.

2. Di Luar Ruang

Kelembaban udara dan konsentrasi TSP di luar ruang pada titik 4 pengambilan sampel berada di lapangan SD Negeri Wadungasih 1 Buduran Sidoarjo hasil yang didapat akan di rata-rata. Berikut langkah-langkah untuk mengetahui korelasi antara kedua variabel.

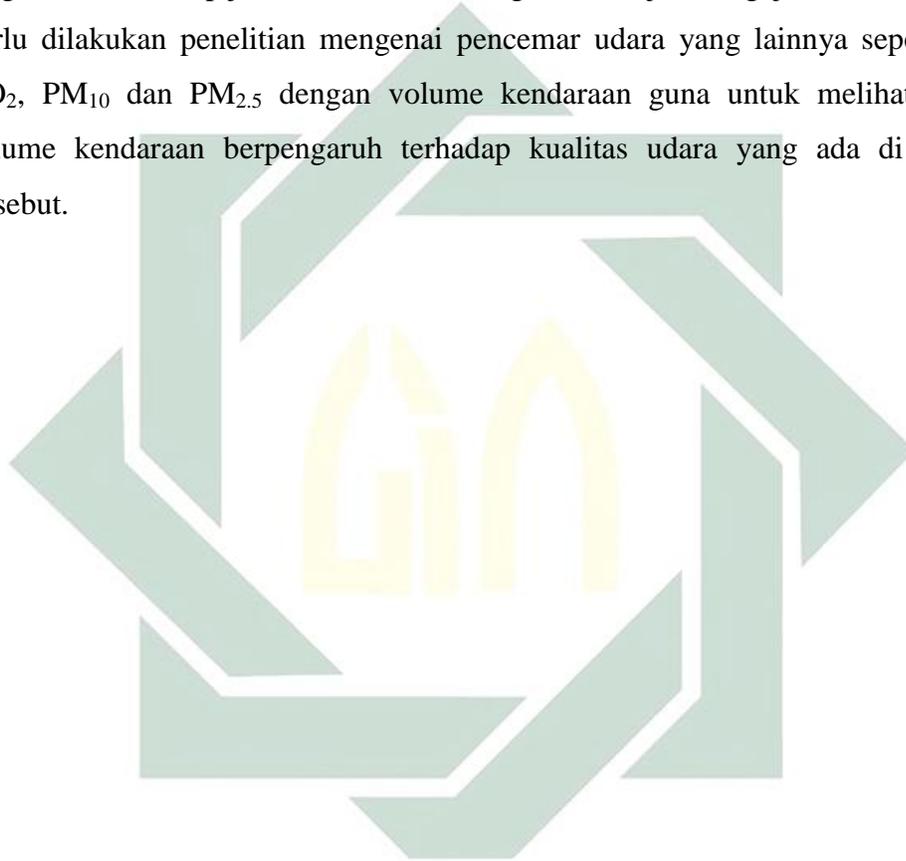
- a. Langkah pertama yaitu memeriksa apakah kedua variabel tersebut berdistribusi normal (> 0.05) dan tidak normal (< 0.05).

Berdasarkan **Tabel 4.34** menunjukkan hasil analisis korelasi *Spearman's rho* antara kelembaban udara dengan konsentrasi TSP luar ruang. Hasil analisis *Spearman's rho* kelembaban udara dengan konsentrasi TSP menghasilkan nilai Sig 0.001 dan nilai r sebesar -0.895 tergolong variabel sangat lemah. Apabila hasil dari nilai Sig < 0.05 maka terdapat korelasi terhadap kelembaban udara dan konsentrasi TSP luar ruang. Berdasarkan hasil uji korelasi *Spearman's rho* dalam peristiwa ini maka dapat disimpulkan H1 diterima, yang artinya terdapat korelasi antara kelembaban udara dengan konsentrasi TSP luar ruang yang berada di SD Negeri Wadungasih 1 Buduran Sidoarjo. Hasil penelitian (Prasetyatomo dkk, 2014) menunjukkan tingkat sedang yang terjadi antara nilai kelembaban udara yang diukur dengan konsentrasi TSP memiliki hubungan yang menguatkan.

Kelembaban merupakan salah satu faktor yang sangat penting. Korelasi antara kelembaban udara dengan konsentrasi TSP dapat dianalisis secara sederhana. Korelasi antara kelembaban dan konsentrasi TSP tidak begitu pengaruh terhadap pengukuran konsentrasi TSP secara langsung. Ketika intensitas cahaya matahari tinggi, maka cahaya matahari akan membagi uap air yang ditandai oleh nilai kelembaban udara menjadi tinggi (Wiraadiputri P. A., 2012). Nilai kelembaban dengan konsentrasi TSP menunjukkan sangat kuat. Hasil penelitian oleh (Xiang et al, 2013) menunjukkan bahwa semakin meningkatnya nilai kelembaban udara maka konsentrasi TSP akan meningkat juga. Kelembaban udara dapat mempengaruhi konsentrasi polusi yang ada di udara. Nilai kelembaban yang tinggi menyebabkan jumlah kadar uap air dapat bereaksi dengan polusi udara sehingga terbentuknya zat berbahaya atau terbentuk pencemar sekunder. Kondisi udara yang lembab dapat mengakibatkan zat polutan terbentuk partikel dan dapat berhubungan dengan air pada udara sehingga partikel debu yang terjadi memiliki ukuran lebih besar konsentrasinya dan mudah terkumpul (Amaliyah dkk, 2018).

polutan debu pada udara dapat bantuan oleh kecepatan angin yang sangat tinggi. Penyebaran polutan dan konsentrasi TSP pada saat pengukuran dipengaruhi oleh kecepatan angin. Sama halnya dengan penelitian ini hubungan antara kecepatan angin dengan konsentrasi TSP saling menguatkan. Berdasarkan data dalam 3 hari pengukuran, kecepatan angin berpengaruh terhadap besar kecilnya konsentrasi TSP yang telah diperoleh. Seperti halnya hasil penelitian (Silviana dkk, 2013) menunjukkan hubungan antara kecepatan angin dengan konsentrasi TSP menjelaskan bahwa hubungan antara kedua variabel tersebut saling kuat dan tingkat korelasi kecepatan angin berlawanan arah. Hasil penelitian (Wiraadiputri, 2012) menjelaskan bahwa TSP yang berasal dari tanah akan tersebar melalui kegiatan yang dilakukan oleh penghuni sekolah tersebut. Apabila kecepatan angin rendah, maka konsentrasi TSP tidak tersebar secara cepat dan membutuhkan beberapa waktu untuk menyerap TSP yang berada di lokasi tersebut. Sumber TSP yang berada di SD Negeri Wadungasih 1 yang berasal dari tanah akan tersebar melalui aktivitas yang dilakukan oleh guru dan para siswa.

1. Perlu diadakan pengukuran kualitas udara CO dan TSP dalam dan luar ruang pada musim hujan.
2. Jika memungkinkan perlunya membudayakan melepas sepatu sebelum masuk ruangan, membuat jadwal untuk membersihkan ruangan secara rutin dan bergantian, menutup jendela saat selesai kegiatan belajar mengajar selesai.
3. Perlu dilakukan penelitian mengenai pencemar udara yang lainnya seperti SO₂, NO₂, PM₁₀ dan PM_{2.5} dengan volume kendaraan guna untuk melihat apakah volume kendaraan berpengaruh terhadap kualitas udara yang ada di sekolah tersebut.



- Annisa, Ajeng Ayu Sami, dan Putr Elma Octavya. 2013. Analisis Kualitas TSP dan PB Dalam Ruang pada Perparkiran Basement dan Uer Ground (Studi Kasus Mall X, Semarang). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 29-34.
- Apriliansa, K., Badriah, I. U., & Aldrian, E. 2016. Hubungan Antara Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) dan Suhu Udara Terhadap Intervensi Anthropogenik (Studi Kasus Nyepi tahun 2015 di Provinsi Bali). *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 53-60.
- Ardillah, Y. 2016. Faktor Resiko Kandungan Timbal di Dalam Darah. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*. 150-155
- Argunhan, Z., & Avci, A. S. 2018. Statistical Evaluation of Indoor Air Quality Parameters in Classrooms of a University. *Advances in Meteorology*, 1-10.
- Arjani, I. A. 2011. Kualitas Udara Dalam Ruang Kerja. *Jurnal Skala Husada*, 178-183.
- Arifiyanti, Faradina, Sudarno, dan Dwi Siwi Handayani. 2012. Pengaruh Kelembaban, Suhu, Arah Kecepatan Angin Terhadap Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) dengan Membandingkan Dua Volume Sumber Pencemar di Area Parkir dan di Persimpangan Jalan. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 1-10.
- Arthur, C. Stern., W. Boubel., D. Bruce Turner., Donald L. Fox. 2012. Fundamentals of Air Pollution. Second Edition. *Academic Press, INC, Tokyo*.
- Basahi, J. M., Ismail, I. M., Hassan, I. A., Ameelia, J., Haiba, N. S., & Hammam, E. 2017. Total Suspended Particulate Matter (TSP) an Its Associated Heave Metals In Atmosphere On the Wastern Coast Of Saudi Arabia. *Pol. J. Environ. Study*, 2419-2424.
- Batawy, F. A. 2019. Polusi Udara Jauh Lebih Berbahaya dari Rokok. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 15-21.
- Berthouex, Paul Mac, and Linifield C Brown. 2002. Statistic For Enviromental Engineers Second Edition. *Boca Raton London New York Washington D.C: Lawis Plublishers*.
- Budiarto, A. 2014. Modifikasi Peralatan Sampling HVAS Portabel Untuk Analisis Total Partikulat di Udara Ambien. *Jurnal Teknologi*, 15-20.
- Cahyadi, Wiji, Basir Achmad, Eko Suhartono, dan Fakhrur Razie. 2016. Pengaruh Faktor Meteorologis dan Konsentrasi Partikulat Terhadap Kejadian Infeksi

- Salura Pernafasan Akut (ISPA) (Studi Kasus Kecamatan Banjarbaru Selatan, Kota Banjarbaru Tahun 2014-2015). *Jurnal Enviro Scienteeae*, 302-311.
- Candrasari, C. R., & Mukono, J. 2013. Hubungan Kualitas Udara Dalam Ruang dengan Keluhan Penghuni Lembaga Perumahan Kelas IIA Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 21-25.
- Chen, L., Peng, S., Liu, J., & Hou, Q. 2012. Dry Deposition Velocity of Total Suspended Particles and Meteorological Influence in Guangzhou, China. *Journal of Environmental Sciences*, 632-639.
- Corie, Prasasti, Sudarmaji, dan Retno Adriyani. 2013. Kualitas Udara Dalam Ruang Kelas Ber-AC dan Keluhan Kesehatan Siswa. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 14-20.
- Damar, D. Y., Wardhana, I. W., & Sutrisno, E. 2017. Analisis Dampak Kualitas Udara Karbon Monoksida (CO) di Sekitar Jl. Pemuda akibat Kegiatan Car Free Day menggunakan Program Caline4 dan Surfer (Studi Kasus: Kota Semarang). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 1-14.
- Diyah, K. C., & Siswati. 2018. Analisis Resiko Paparan Debu (*Total Suspended Particulate*) di Unit Packet PT. X. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 100-110.
- Diwakar, L. B., Patil, A. M., & Deshpande, N. 2014. Effect of Indoor Air Humidity on Human Health. *Engineering Science Invention*, 44-50.
- Dewanti, I. R. 2018. Identifikasi Paparan CO Kebiasaan dan Kadar COHb Dalam Darah serta Keluhan Kesehatan di Basement Apartemen Waterplace, Surabaya. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 59-69.
- Dwi Khariza Sepriani, Ana Turyanti dan Mahally Kudsy. 2014. Sebaran *Total Suspended Particulate* (TSP) Pada Musim Kemarau di Kabupaten Tangerang dan Sekitarnya. *Jurnal Program Studi Meteorologi dan Geofisika, Fakultas MIPA, IPB, Bogor*.
- Dzulkifli, S. N., Abdullah, A. H., Yong, L. Y., Leman, A. M., & Sohu, S. 2018. A Study of Indoor Air Quality in Refurbished Museum Building. *Civil Engineering Journal*, 2596-2605.
- Ernyasih. 2012. *Hubungan Iklim (Suhu Udara, Curah Hujan, Kelembaban Udara dan Kecepatan Angin) dengan Kasus Diare di DKI Jakarta Tahun 2007-2011*. Universitas Indonesia, Depok: Tesis.
- Estakova, A., Stevolova, N., & Kubincova, L. 2010. Particulate Matter Inversrigration

- in Indoor. *Enviromental Global NEST Journal*, 20-26.
- Fadholi, Akhmad. 2013. Pemanfaatan Suhu Udara Dan Kelembaban Udara Dalam Persamaan Regenerasi Untuk Simulasi Prediksi Total Hujan Bulanan Di Pangkalpinang. *Jurnal CAUCHY*, 1-9.
- Fardiaz, S. 2008. Polusi Air dan Udara. Jakarta: *Kanisius: Cetakan 11*.
- Farzana, I. 2017. Sektor Energi & Industri Diandalkan dalam Mereduksi Emisi Karbon. <https://kabar24.bisnis.com/read/20171122/19/711599/sektor-energi-industri-diandalkan-dalam-mereduksi-emisi-karbon>. Dikases tanggal 13 Maret 2020
- Fitria, Laila, Ririn Arminsih Wulandari, Ema Hermawati, dan Dewi Susanna. 2009. Kulit Udara Dalam Ruang Perpustakaan Universitas "X" Ditinjau dari Kualitas Biologi, Fisik dan Kimiawi. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 76-82.
- Fitriana, D., & Oyinawati, K. 2012. Studi Paparan Gas Karbon Monoksida dan Dampaknya Terhadap Pekerja di Terminal Cichrum Bandung. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 21-29.
- Ginting, Ivana Ameta Putri. 2017. *Analisis Pengaruh Jumlah Kendaraan Bermotor dan Faktor Meteorologi (Suhu, Kecepatan Angin, dan Kelembaban) Terhadap Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) di Udara Ambien Roadside (Studi Kasus: Pintu Tol Amplas dan Pintu Tol Tanjung Morawa)*. Tugas Akhir, Sumatera Utara.
- Gunawan, dan Faisal Ananda. 2017. Kenyamanan Termal Ruang Belajar Gedung Sekolah Menengah Umum di Wilayah Kec. Mandau. *Jurnal Inovtek Polbeng*, 98-102.
- Gunawan, H., Ruslinda, Y., Bachtiar, V. S., & Dwinta, A. 2018. Model Hubungan Konsentrasi Particulate Matter 10 μM (PM10) di Udara Ambien Dengan Karakteristik Lalu Lintas di Jaringan Jalan Primer Kota Padang. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 1-11.
- Guntoro, Tri Setyo, dan Friska Sari Gracia Sinaga. 2017. Pengaruh Kecepatan Angin dan Suhu Udara Terhadap Kemampuan Terbang Pesawat Jenis Glider Cabang Olahraga Aeromodelling. *Jurnal Pendidikan Jasmani Olahraga dan Kesehatan*, 9-18.
- Hadi, Purnama. 2013. Keterkaitan Suhu dan Kelembaban Udara Dalam Ruang Penyimpanan Terhadap Kadar Air Jagung Pada Bangunan Penyimpanan

- (Studi Kasus Pada Gedung K.U.D di Desa Pringgasela Kecamatan Pringgasela. *Jurnal Teknologi Pangan*,1-12.
- Hasairin, Ashar, and Rosliana Siregar. 2012. Deteksi Kandungan Gas Karbon Monoksida (CO) Hubungan Dengan Kepadatan Lalu Lintas di Medan Sungai, Kdanota Medan. *Jurnal Biosains*, 66-72.
- Hazsya, M., Nurzajila, & D, H. L. 2018. Hubungan Konstntrasi Karbon Monoksida (CO) dan Faktor-Faktor Resiko dengan Konsentrasi COHb Dalam Darah Pada Manusia Beresiko di Sepanjang Jalan Setiabudi Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 214-250.
- Heridiansyah, J. 2012. *Pengaruh Advertising Terhadap Pembentukan Brand Awareness Serta Dampaknya Pada Keputusan Pembelian Produk Kecap Pedas ABC (Studi Kasus Pada Konsumen Pengguna Kecap Pedas ABC di Kota Semarang)*. *Jurnal STIE Semarang*, 53-73.
- Hero, Ita Theeta. 2012. Pengukuran Luas Ventilasi Pada Kamar Kos Ibu Ningrum. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 1-10.
- Holst, J., Mayer, H., Holst T. 2008. Effect of meteorological exchange conditions on Total Suspended Particulate Concentration, *Meteorologische Zeitschrift*, Vol. 17, No. 3, pp. 273-282.
- Ikhsan, Arkan. 2008. Akutansi Lingkungan dan Pengungkapannya. *Yogyakarta: Graha Ilmu*.
- Islam, Hannif Izzatul, et al. 2016. Sistem Kendali Suhu dan Pemantauan Kelembaban Udara Ruangn Berbasis Arduino Uno dengan Menggunakan Sensor DHT22 dan Passive Infrared (PIR). *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)*, 119-124.
- Istantinova, Dea Budi, Hadiwidodo Mochtar, dan Dwi Siwi Handayani. 2012. Pengaruh Kecepatan Angin, Kelembaban dan Suhu Udara Terhadap Konsentrasi Gas Pencemar Sulfur Dioksida (SO₂) Dalam Udara Ambien di Sekitar PT. Inti General Yaja Stell Semarang. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 1-10.
- Istirokhatun, T., Wardhana, I. W., & Primelya, A. 2011. Analisa Pengaruh Kelembaban Kayu terhadap Konsentrasi PM_{2,5} Dalam Dapur Berbahan Bakar Kayu Skala Replikasi dan Rumah Tangga. *Jurnal PRESIPITASI* , 8-13.

- Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pendalian Pencemaran Udara
- Pitipaidi, K., Bakhtiar, A., & Hevy Suliantoro. 2018. Analisis Korelasi Spearman SNI ISO Standar Sistem Manajemen Kualitas Terhadap Hak Kekayaan Industrial di Indonesia. *Jurnal Teknik Industri*, 1-14.
- Prasasti, C. I., Sudarmaji, & Adriyani, R. 2013. Kulaitas Udara Dalam Ruang Kelas Ber-AC dan Keluhan Kesehatan Siswa. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 14-20.
- Prasetyotomo, Darundana Endro, Haryono Setiyo Huboyo, dan Mochtar Hadiwidodo. 2014. Analisa Kualitas Total Suspended Particulate (TSP) Dalam Ruangan Pada Proses Pengasapan (Studi Kasus: Sentra Pengasapan Ikan Bandarharji, Kota Semarang). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 1-10.
- Prilia, G. F., Wardhana, I. W., & Sutrisno, E. 2016. Estimasi Sebaran dan Analisis Resiko TSP dan PB di Terminal Bus Terhadap Konsentrasi Penggunaan Terminal (Studi Kasus: Terminal Mangkang dan panggaron Semarang). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 1-12.
- Priyanto, A. 2019. Keluhan Siswa Mengalami Mual dan Sakit Kepala Akibat Paparan Asap Beracun dari Pabrik. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 1-6.
- Purnomo, E. 2016. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kecepatan Angin. Bandung: *Materi Geografi Unsur Iklim*.
- Putra, Bobby Guntur Adi, dan Gunawan Madyono. 2018. Analisis Intensitas Cahaya Pada Area Produksi Terhadap Kesehatan dan Kenyamanan Kerja Sesuai dengan Standar Pencahayaan (Studi Kasus di PT. Lendis Cipta Media Jaya). *Jurnal OPSI*, 115-124.
- Putra, I., Ikhtiar, M., & Emelda, A. 2017. Analisis Mikroorganisme Udara terhadap Gangguan Kesehatan dalam Ruangan Administrasi Gedung Menara UMI Makassar. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 68-75.
- Rachmatantri, I., Hadiwidodo, M., & Huboyo, H. S. 2013. Pengaruh Penggunaan Ventilasi (AC dan Non-AC) Terhadap Keberadaan Mikroorganisme Udara di Ruang Perpustakaan (Kasus:Perpustakaan Teknik Lingkungan dan Perpustakaan Biologi Fakultas MIPA Universitas Diponegoro Semarang). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 2-13.
- Rahayu, Endang Purnawati, Zulfan Saam, Sukendi, dan Dedi Afand. 2019. Kualitas Udara Dalam Ruang Rawat Inap Di Rumah Sakit Swasta Tipe C Kota

- Setyawan, D. 2017. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Suhu Udara. Medan: *IPS Terpadu*.
- Silvia, W., Hartono, D. M., & Gusniani, I. 2013. Studi Kualitas Udara Parameter Total Suspended Particulate (Studi Kasus: UKM CV Ligar). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 1-17.
- Simatupang, P. D. 2016. *Hubungan Kualitas Fisik dan Biologi Udara dalam Ruang serta Karakteristik Pekerja dengan Kejadian Sick Building Syndrome (SBS) Pada Pekerja di Pusat Perbelanjaan X di Kota Medan Tahun 2016*. Sumatera Utara: Skripsi kesehatan Masyarakat.
- Sinaga, Sartikasmawaty, Sudarno, dan Dwi Siwi Handayani. 2013. Pengaruh Jumlah Kendaraan dan Faktor Meteorologi Terhadap Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) di Jalan Pandanara Kawasan Simpang Lima, Kota Semarang. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 1-9.
- Sintia, A. 2017. Polusi Udara di Jakarta Mengkhawatirkan. <https://read/1234007/171/polusi-udara-di-jakarta-mengkhawatirkan>. Diakses tanggal 13 Maret 2020.
- Sivaramasundaram, K., & Muthusubramanian, P. 2010. A Preliminary Assesment of PM10 and TSP Concentrations in Tuticorin, India. *Air Qual Atmos Health* 3, 95-102.
- Stevia. 2010. Kajian Terhadap Ruang Pembelajaran di SMK Jurusan Bangunan di Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Inersia*, 81-92.
- Sugiarti. 2009. Gas Pencemar Udara dan Pengaruhnya Bagi Kesehatan Manusia. *Jurnal Ilmiah Kimia dan Pendidikan Kimia*, 50-58.
- Suliyanto, & I, E. S. 2011. Pemantauan Kualitas Udara di Dalam Ruang HR-05 di Instalasi Elemen Bakar Eksperimental. *Jurnal Teknologi*, 1979-2409.
- Sutiawan, Andri, Yulisa Fitrianiingsih, dan Eti Sulandri. 2016. Hubungan Faktor Meteorologi Terhadap Tingkat Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) di Jalan Pontianak. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 1-10.
- Sutra, D. E. 2009. *Hubungan Antara Pemajanan Particulate Matter 10 (PM10) dengan Gejala Induksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) pada Pekerja Pertambangan Kapur Tradisional (Studi di Pertambangan Kapur Tradisional Gunung Masigit Kabupaten Bandung Barat)*. Universitas Indonesia: Tugas Akhir.

- Wulandari, E. 2013. Faktor yang Berhubungan dengan Keberadaan Streptococcus di Udara pada Rumah Susun Kelurahan Bandarharjo Kota Semarang. *Unnes Journal of Public Health*, 1-9.
- Xiangou, L., Lijuan, F., Jianhua, Q., Xiangmao, C., & Manping, Z. 2003. Concentrations and Distribution of Treace Metals of PM10 and TSP Particles Collected in the Qingdao Area. *Journal of Ocean University of Qingdao*, 189-194.
- Yudha, A. 2017. Dampak Pemanasan Global serta Cara Mengatasinya. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 5-12.
- Yulianti, S., Fitrianiingsih, Y., & Jati, D. R. 2013. Analisis Konsentrasi gas Karbon Monoksida (CO) Pada Ruas Jalan Gajah Mada. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 1-10.
- Zaenuri. 2011. Dampak Pengoperasian Industri terhadap Kualitas Udara dan Kebisingan di kawasan Simongan Kota Semarang. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 169-179
- Zhao, Y., Shi, D. 2012. Analysis of Total Suspended Particulate Pollution a Long Shanghai-Nanaing Expressway. *Open Journal of Air Pollution*, 31-36.
- Zulfikar, M. 2019. Pembakaran Sampah Lebih Berbahaya yang Berada di Kawasan Perumahan X. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 114-119.