TA/TL/2024/1928

TUGAS AKHIR

ANALISIS KUALITAS UDARA DALAM RUANG PARKIR BAWAH TANAH RUMAH SAKIT X, YOGYAKARTA PARAMETER *TOTAL SUSPENDED PARTICULATE* (TSP), TIMBAL (Pb), DAN ANGKA KUMAN

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan

RIZQY ADAM SAMBODO

19513131

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

2024

TUGAS AKHIR

ANALISIS KUALITAS UDARA DALAM RUANG PARKIR BAWAH TANAH RUMAH SAKIT X, YOGYAKARTA PARAMETER *TOTAL SUSPENDED PARTICULATE* (TSP), TIMBAL (Pb), DAN ANGKA KUMAN

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan

RIZQY ADAM SAMBODO

19513131

Disetujui,
Dosen Pembimbing

Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T.
NIK. 195130102
Tanggal : 25 Oktober 2024

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Any Juliani, S.T., M.Sc.(Res. Eng.) Ph.D.
NIK. 045130401
Tanggal : 26 Oktober 2024

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS KUALITAS UDARA DALAM RUANG PARKIR BAWAH TANAH RUMAH SAKIT X, YOGYAKARTA PARAMETER *TOTAL SUSPENDED PARTICULATE* (TSP), TIMBAL (Pb), DAN ANGKA KUMAN

Telah diterima dan disahkan oleh tim penguji

Hari : Jumat

Tanggal : 25 Oktober 2024

Disusun Oleh :

RIZQY ADAM SAMBODO
19513131

Tim Penguji :

Penguji 1 : Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T. **( )**

Penguji 2 : Fina Binazir Maziya, S.T., M.T. **( )**

Penguji 3 : Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D. **( )**



PERNYATAAN

Dengan ini saya Rizqy Adam Sambodo menyatakan bahwa **:**

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalamnaskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggung jawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sangsi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sangsi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 25 Oktober 2024

Yang



Rizqy Adam Sambodo

19513131

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillahirobbil'alamin puji syukur kehadirat Allah SWT berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir berjudul "**Analisis Kualitas Udara Di Ruang Parkir Bawah Tanah Rumah Sakit X, Yogyakarta *Parameter Total Suspended Particulate* (TSP), Timbal (Pb), Dan Angka Kuman**". Laporan ini disusun guna melengkapi masa studi S-1 Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Banyak faktor dalam menyelesaikan laporan ini, salah satunya dukungan dari berbagai pihak.

Maka dari itu, penulis dengan sadar berterima kasih kepada pihak – pihak yang sudah mendukung, memberikan semangat, berkorban waktu, tenaga, bahkan mungkin materi dalam menopang penulis menyelesaikan laporan ini. Karena ini, saya sampaikan rasa hormat saya kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat, kelancaran, kesehatan, dan ilmu yang bermanfaat sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua penulis yaitu Bapak Ibnu Sambodo dan Ibu Susana Dewi dalam memberikan sokongan dan sudah bekerja keras untuk penulis dan lain sebagainya yang tidak bisa diungkapkan oleh kata – kata.
3. Ibu Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing satu Tugas Akhir, terima kasih atas segala dukungan, ilmu dan bimbingan yang telah diberikan.
4. Ibu Fina Binazir Maziya, S.T., M.T. dan Bapak Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Penguji yang memberikan masukan guna membangun penulis serta saran-saran yang sangat bermanfaat untuk terselesaikannya tugas akhir ini.

5. Mas Heriyanto A.Md. selaku bagian administrasi Program Studi Teknik Lingkungan UII yang sudah amat sangat membantu memberikan informasi – informasi selama berkuliah.
6. Seluruh dosen Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
7. Pak Iwan, Mba Rina, Mba Nida, Mba Dhiyah, Mba Kusuma selaku Laboran Laboraturium Teknik Lingkungan UII yang sudah memberikan ilmu lapangan guna mendukung kelancaran tugas akhir ini.
8. Keluarga Besar Teknik Lingkungan, khususnya angkatan 2019, terimakasih untuk semuanya. Sudah membuat masa kuliah saya berwarna.

Terima kasih kepada semua pihak yang sudah mendukung dalam penulisan laporan ini. Penulis menyadari masih terdapat banyaknya kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun serta menambah pengetahuan penulis dalam penyusunan Tugas Akhir. Diharapkan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan digunakan sebaik-baiknya bagi penulis dan semua pihak.

Wassalamualaikum Warrahmatullah

Yogyakarta, 25 Oktober 2024



Rizqy Adam Sambodo

ABSTRAK

Kualitas udara dalam ruang, terutama di ruang parkir bawah tanah Rumah Sakit, menjadi perhatian karena kondisi tertutup, lembab, dan sirkulasi yang buruk memungkinkan pencemar mencapai konsentrasi yang dapat melampaui ambang batas. Penelitian ini mengukur kualitas udara di ruang parkir bawah tanah Rumah Sakit X, Yogyakarta yang memiliki *basement* dan berpengaruh untuk kesehatan pasien, staf medis, dan pengunjun dengan fokus pada *Total Suspended Particulate* (TSP), Timbal (Pb), Angka Kuman, dan Laju Ventilasi. Pengambilan sampel TSP menggunakan alat *Low Volume Air Sampler* (LVAS) sesuai SNI 16-7058-2004, konsentrasi Pb didapat dengan melakukan destruksi dari konsentrasi TSP yang selanjutnya kadar Pb diukur menggunakan alat Spektrofotometer Serapan Atom (ASS) sesuai SNI 7119-4:2017. Sampel Angka Kuman diambil menggunakan *Microbiological Air Sampler* (MAS) lalu dihitung dengan *Colony Counter*. Pengambilan masing – masing sampel sejumlah tiga titik. Pengukuran konsentrasi dilakukan selama 8 jam untuk parameter TSP dan Pb. Konsentrasi Angka Kuman dilakukan selama ± 10 menit. Hasil penelitian akan dibandingkan dengan baku mutu yang diterapkan dan menampilkannya dalam bentuk pemetaan menggunakan *Software Surfer*. Hasil konsentrasi TSP tertinggi pada titik pertama sebesar 5,10 μg/m³. Hasil ini memenuhi baku mutu sesuai KepMenKes RI Nomor 1405/MENKES/SK/XI/2002. Konsentrasi Pb tertingi pada titik pertama menghasilkan 0,04 μg/m³. Angka Kuman menghasilkan konsentrasi tertinggi pada titik kedua yaitu 79 CFU/m^3. Hasil dari konsentrasi Pb dan Angka Kuman memenuhi baku mutu sesuai PerMenKes RI Nomor 2 tahun 2023. Pemetaan konsentrasi menggunakan *Software Surfer* menghasilkan peta sebaran tingkatan konsentrasi tingi ke rendah. Peta sebaran konsentrasi dimaksudkan untuk parameter TSP, Pb dan Angka Kuman.

Kata Kunci : Angka Kuman, *Software Surfer*, Pb, Pencemaran Udara Dalam Ruang, Ruang Parkir Bawah Tanah, TSP

ABSTRACT

Indoor air quality, especially in underground parking spaces of hospitals, is a concern because enclosed, humid conditions and poor circulation allow pollutants to reach concentrations that can exceed thresholds. This study measured the air quality in the underground parking lot of Hospital X, Yogyakarta which has a basement and affects the health of patients, medical staff, and visitors with a focus on Total Suspended Particulate (TSP), Lead (Pb), Germ Count, and Ventilation Rate. TSP sampling uses a Low Volume Air Sampler (LVAS) according to SNI 16-7058-2004, Pb concentration is obtained by deconstructing the TSP concentration and then the Pb level is measured using an Atomic Absorption Spectrophotometer (ASS) according to SNI 7119-4: 2017. Germ count samples were taken using a Microbiological Air Sampler (MAS) and then counted with a Colony Counter. Taking each sample at three points. Concentration measurements were carried out for 8 hours for TSP and Pb parameters. The concentration of Germ Numbers was carried out for ± 10 minutes. The results of the study will be compared with the applied quality standards and displayed in the form of mapping using Surfer Software. The highest TSP concentration at the first point was 5.10 µg/m³. These results meet the quality standards according to the Decree of the Minister of Health of the Republic of Indonesia Number 1405/MENKES/SK/XI/2002. The highest Pb concentration at the first point resulted in 0.04 µg/m³. The Germ Count produced the highest concentration at the second point, 79 CFU/m3. The results of the Pb concentration and Germ Count meet the quality standards according to the Indonesian Ministry of Health Regulation Number 2 of 2023. Concentration mapping using Surfer Software produces a distribution map of high to low concentration levels. The concentration distribution map is intended for TSP, Pb and Germ Count parameters.

Keywords: Germ Count, Software Surfer, Pb, Indoor Air Pollution, Underground Parking Lot, TS

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....
HALAMAN PENGESAHAN.....
PERNYATAAN.....
KATA PENGANTAR i
ABSTRAK iii
ABSTRACT iv
DAFTAR ISI v
DAFTAR TABEL vii
DAFTAR GAMBAR viii
DAFTAR LAMPIRAN ix
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 3
1.5 Ruang Lingkup 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Kualitas Udara Dalam Ruang (*Indoor Air Quality*) 5
2.2 *Total Suspended Particulate* (TSP) 6
2.3 Timbal (Pb) 6
2.4 Angka Kuman 7
2.5 Parameter Meteorologi 7
2.6.1 Suhu 8
2.6.2 Tekanan Udara 8
2.6.3 Kelembapan Udara 9
2.6.4 Laju Ventilasi 9
2.7 *Software Surfer* 10
2.8 Baku Mutu TSP, Pb, Angka Kuman dan Laju Ventilasi 10
2.9 Penelitian Terdahulu 11
BAB III METODE PENELITIAN 18
3.1 Waktu dan Lokasi *Sampling* 18
3.2 Diagram Alir Penelitian 20

3.3 Alat dan Bahan 21
3.3.1 Alat 21
3.3.2 Bahan 21
3.4 Pengambilan Data 22
3.4.1 Penentuan Titik Sampel 22
3.4.2 Pengambilan Sampel 22
3.5 Analisis Data 25
3.5.1 Perhitungan Konsentrasi Timbal (Pb) dalam *Total Suspended Particulate* (TSP) 26
3.5.2 Inkubasi dan Perhitungan Media *Plate Count Agar* (PCA) 27
3.5.3 Pemetaan Sebaran Konsentrasi Menggunakan *Software Surfer* 27
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA 30
4.1 Kondisi Umum Lokasi Penelitian 30
4.2 Hasil Pengkukuran dan Peta Sebaran Konsentrasi TSP, Pb, Angka Kuman dan Laju Ventilasi. 33
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 43
5.1 Kesimpulan 43
5.2 Saran 44
DAFTAR PUSTAKA 45
LAMPIRAN 52

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai Baku Mutu untuk TSP, Pb, Angka Kuman
dan Laju Ventilasi 10
Tabel 2.2 Penelitian – Penelitian Terdahulu 11
Tabel 3.1 Alat Penelitian..... 18
Tabel 3.2 Bahan Penelitian 18
Tabel 3.3 Metode Pengambilan Sampel 20
Tabel 4.1 Hasil pengambilan data meteorologis rata-rata
di parkiran bawah tanah Rumah Sakit X, Yogyakarta 26
Tabel 4.2 Hasil pengambilan data TSP
di parkiran bawah tanah Rumah Sakit X, Yogyakarta 27
Tabel 4.3 Hasil pengukuran Pb
di parkiran bawah tanah Rumah Sakit X, Yogyakarta 29
Tabel 4.4 Hasil pengambilan data angka kuman
di parkiran bawah tanah Rumah Sakit X, Yogyakarta 31

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Lokasi *Sampling* Parkiran Bawah Tanah
Rumah Sakit X, Yogyakarta 15
Gambar 3.2 *Flowchart* Penelitian 17
Gambar 3.3 Alat Pengambilan Sampel 21
Gambar 3.4 Langkah pengerjaan pemetaan sebaran
konsentrasi menggunakan *software surfer* .....
Gambar 4.1 Kondisi eksisting pengambilan sampel
di parkiran bawah tanah Rumah Sakit X, Yogyakarta..... 25
Gambar 4.2 Gambar *Thermohygrobarometer* dan *Anemometer Indoor* 27
Gambar 4.3 Grafik konsentrasi TSP pada titik sampel
di parkiran bawah tanah Rumah Sakit X, Yogyakarta..... 29
Gambar 4.4 Gambar hasil sebaran konsentrasi perhitungan TSP 30
Gambar 4.5 Gambar Kurva Kalibrasi Pengujian Pb 30
Gambar 4.6 Grafik hasil pengukuran Pb pada titik pengambilan sampel
di parkiran bawah tanah Rumah Sakit X, Yogyakarta..... 31
Gambar 4.7 Gambar hasil sebaran konsentrasi perhitungan Pb..... 32
Gambar 4.8 Grafik jumlah angka kuman pada titik sampel
di parkiran bawah tanah Rumah Sakit X, Yogyakarta..... 33
Gambar 4.9 Hasil perhitungan angka kuman menggunakan *colony counter*.. 34
Gambar 4.10 Gambar hasil sebaran konsentrasi perhitungan angka kuman 34

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pembuatan Media PCA 54
Lampiran 2. Prosedur Kerja LVAS..... 56
Lampiran 3. Prosedur Kerja MAS 58
Lampiran 4. Prosedur Kerja *Colony Counter* 59
Lampiran 5. Balasan Surat Uji Etik 61
Lampiran 6. Balasan Surat Persetujuan Penelitian 62
Lampiran 7. Riwayat Penulis 63

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kendaraan bermotor mengeluarkan gas buang dan sisa pembakaran. Emisi gas buang merupakan zat berbahaya yang mencemari atmosfer. Gas buang dihasilkan sebagai produk sampingan dari proses pembakaran dan dikeluarkan ke lingkungan melalui pipa knalpot mobil (Siswantoro dkk., 2016). Emisi kendaraan bermotor dapat menimbulkan dampak buruk yang dapat merembes ke dalam ruangan. Keluarnya polutan dari knalpot kendaraan bermotor dapat berdampak buruk terhadap kesehatan manusia, hewan, dan tumbuhan (Joko, 2017). Sebagian besar aktivitas manusia dilakukan di dalam ruangan. Oleh karena itu, kualitas udara dalam ruangan memiliki dampak yang signifikan terhadap kesejahteraan manusia. Budiyono (2010) menyatakan bahwa aktivitas manusia bertanggung jawab atas perubahan kualitas udara dalam ruangan, karena aktivitas manusia membawa polutan seperti Pb, TSP, PM2.5, dan PM10 ke udara dalam ruangan. Aktivitas kendaraan bermotor memiliki kemampuan untuk membawa kontaminan ke udara dalam ruangan (Seprianto & Sainab, 2015). Penurunan kualitas udara dalam ruangan dipengaruhi oleh faktor abiotik dan faktor biotik, seperti partikel debu halus dan mikroorganisme lainnya, termasuk bakteri, jamur, virus, dan lainnya (Clara dkk., 2019). Penyebaran mikroorganisme di udara dipengaruhi oleh kecepatan pergerakan udara. Mikroorganisme yang berasal dari lingkungan sekitar (dikenal sebagai flora normal) tersuspensi di udara saat ada pergerakan udara dan bercampur dengan partikel udara lainnya (Berliana, 2016). Kualitas udara yang tidak memadai dapat menimbulkan masalah dengan menciptakan lingkungan yang mendukung pertumbuhan dan perkembangbiakan bakteri. Perkembangbiakan kuman yang berlebihan di udara dapat mengakibatkan penurunan kualitas udara, yang pada gilirannya dapat berdampak negatif pada kesehatan pasien dan staf medis di rumah sakit (Mayangsari dkk., 2020).

Ruang bawah tanah, yang sering dikenal sebagai tempat parkir bawah tanah, sangat rentan terhadap masalah polusi udara dalam ruangan. Ruangan itu memiliki banyak sepeda dan mobil, dan mungkin lebih banyak kendaraan. Beberapa polutan udara yang dikeluarkan knalpot kendaraan bermotor, seperti gas SOx, gas NOx, dan partikulat, dapat menyebabkan iritasi dan peradangan pada sistem pernapasan (Kristanto dkk., 2013). Kedekatan, kelembaban yang tinggi, aliran udara tidak memadai, dan lalu lintas yang padat di area tersebut berkontribusi terhadap akumulasi polutan, yang dapat melebihi batas yang dapat diterima (Gabriel dkk., 2013).

Rumah Sakit X di Yogyakarta, Indonesia tergolong sebagai institusi layanan kesehatan menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 3 Tahun 2020. Rumah sakit ini menawarkan layanan kesehatan individual, termasuk rawat inap, rawat jalan, dan perawatan darurat. Rumah sakit harus memastikan penyediaan udara berkualitas tinggi. Lingkungan rumah sakit memerlukan perhatian khusus terhadap kualitas udara, baik di dalam maupun di luar ruangan, karena dampaknya terhadap kesehatan manusia. Polutan tertentu, seperti partikel, gas, asap, dan uap air, tidak hanya berkontribusi terhadap polusi tetapi juga memfasilitasi penularan virus dan bakteri di atmosfer (Oktavia dkk., 2019). Rumah Sakit X, Yogyakarta memiliki 3 basement, lantai pertama diperkirakan dapat menampung 55 mobil dan 500 sepeda motor. Sedangkan di basement lantai ke – 2 dan lantai ke – 3, diperkirakan masing – masing lantainya dapat menampung 126 mobil (Cahyana, 2019). Bangunan ruang parkir bawah tanah pada Rumah Sakit X, Yogyakarta tergolong bangunan baru, dikarenakan tepat beroperasi 25 Maret 2019.

Sebagai salah satu tempat penyelenggaraan pelayanan pengobatan dan pemulihan kesehatan, Rumah Sakit X perlu adanya pengukuran terkait baku mutu kualitas udara dalam ruang. Pemetaan terhadap sebaran polutan bahan pencemar juga diperlukan guna mengetahui seberapa luas penyebaran polutan dan upaya mitigasi beracun selama mereka bekerja di dalam ruangan di Rumah Sakit X, Yogyakarta. Terutama pada area parkiran bawah tanah yang menjadi tempat parkir kendaraan bermotor. Seiring meningkatnya pengunjung, jumlah kendaraan yang memasuki area gedung juga meningkat (Maria dkk., 2022). Penelitian ini

difokuskan pada pengukuran tentang konsentrasi pencemaran udara dengan parameter *Total Suspended Particulate* (TSP), Timbal (Pb), dan Angka Kuman. Rumah Sakit X, Yogyakarta dipilih sebagai tempat penelitian sebab Rumah Sakit ini merupakan rumah sakit besar di kota Yogyakarta.

1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah yang diperoleh yakni:

1. Bagaimana kualitas udara dalam ruang parkir bawah tanah Rumah Sakit X, Yogyakarta terhadap konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP), Timbal (Pb), dan Angka Kuman ?
2. Bagaimana pemetaan konsentrasi parameter udara *Total Suspended Particulate* (TSP), Timbal (Pb) dan Angka Kuman pada titik pengukuran ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Menganalisis kosentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP), Timbal (Pb), dan Angka Kuman pada ruang parkir bawah tanah Rumah Sakit X, Yogyakarta.
2. Melakukan pemetaan konsentrasi parameter udara *Total Suspended Particulate* (TSP), Timbal (Pb) dan Angka Kuman.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Menyediakan informasi mengenai bahaya partikulat *Total Suspended Particulate* (TSP), Timbal (Pb), dan Angka Kuman bagi pihak rumah sakit dan pembaca terhadap kesehatan terutama keluhan gangguan pernapasan.
2. Bagi lembaga pendidikan, dapat berfungsi sebagai alat untuk menumbuhkan pengetahuan dan memfasilitasi pembelajaran. Dalam mata kuliah Polusi Udara, fokusnya adalah pada penerapan materi pemantauan kualitas udara untuk mengukur konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP), Timbal (Pb), dan Angka Kuman.
3. Dijadikan sebagai bahan bacaan guna menunjang penelitian selanjutnya.

1.5 Ruang Lingkup

Batasan penelitian ini adalah:

1. Penelitian bertempat pada parkiran bawah tanah Rumah Sakit X, Yogyakarta.
2. Konsentrasi yang diuji merupakan parameter *Total Suspended Particulate* (TSP), Timbal (Pb), dan Angka Kuman.
3. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan April, Mei dan Juni 2023 dan diteliti pada Laboratorium Kualitas Udara Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP), Universitas Islam Indonesia (UII) dan Laboratorium Bioteknologi.
4. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat alat pengambilan sampel udara TSP menggunakan *Low Volume Air Sampler* (LVAS) lalu untuk Pb diuji menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) selanjutnya alat *Microbiological Air sampler* (MAS) untuk angka kuman.
5. Data meteorologi sebagai pendukung yang digunakan yaitu tekanan udara, kelembapan udara, suhu, dan laju ventilasi.
6. Penelitian ini dilakukan pada tiga titik pengambilan sampel.
7. Pengambilan sampel pada penelitian ini dilakukan selama delapan jam untuk parameter TSP dan Pb, sepuluh menit untuk angka kuman dan per satu jam dalam kurun waktu delapan jam untuk parameter meteorologis.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kualitas Udara Dalam Ruang (*Indoor Air Quality*)

Kualitas Udara Dalam Ruangan (IAQ) adalah ukuran kualitas udara di dalam atau di sekitar ruangan. Kualitas udara dalam ruangan yang optimal dicirikan oleh udara yang bebas dari kontaminan yang menyebabkan iritasi, ketidaknyamanan, atau membahayakan kesejahteraan individu (Cahyatri, 2013). Kesehatan dan kenyamanan para penghuni ruangan sangat terkait dengan kualitas udara di dalamnya, karena ruangan merupakan tempat di mana manusia melaksanakan berbagai kegiatan. Kualitas udara dalam ruangan berkaitan dengan standar udara di dalam dan di sekitar ruangan, khususnya terkait kesejahteraan dan kenyamanan penghuni ruangan (Sahri & Hutapea, 2019). Kualitas udara memegang peranan penting dalam memengaruhi kesehatan manusia. Kualitas udara dalam ruangan dipengaruhi oleh berbagai elemen termasuk parameter fisik, paparan bahan kimia, dan polusi biologis (Ginting dkk., 2022).

Kualitas udara dalam ruangan dipengaruhi masuknya udara luar melalui sistem ventilasi. Memahami polusi udara dalam ruangan sangat penting untuk mencegah atau meminimalkan paparan polutan dan meningkatkan kualitas udara dalam ruangan (Kahar dkk., 2022). Kualitas udara dalam ruangan dipengaruhi berbagai faktor, termasuk bahan konstruksi bangunan, tingkat kelembapan, ventilasi yang tidak memadai, penggunaan bahan bakar berbahaya bagi lingkungan, dan perilaku manusia yang tidak baik seperti merokok.

Tempat parkir bawah tanah berdampak langsung pada kualitas udara dalam ruangan. Tempat parkir bawah tanah, terkadang dikenal sebagai parkir bawah tanah, merujuk pada ruangan atau lantai yang terletak di bawah permukaan tanah atau lantai dasar sebuah bangunan. Tempat parkir bawah tanah memiliki kapasitas untuk menampung sejumlah besar kendaraan. Fasilitas parkir bawah tanah, karena lokasinya di bawah tanah, berkontribusi terhadap penurunan tingkat kualitas udara sebagai akibat dari penyediaan sistem ventilasi yang tidak memadai (Allbowaghis, 2018). Penting mengamati kualitas udara di dalam ruangan secara

saksama sesuai dengan norma atau peraturan yang relevan.

2.2 *Total Suspended Particulate* (TSP)

Total Suspended Particulate (TSP) mengacu pada partikel udara kecil, seperti asap, debu, dan uap, yang memiliki diameter kurang dari 100 μm. TSP dapat dipancarkan dari operasi pembangkit listrik, kendaraan bermotor, insinerator, dan kegiatan bangunan (Prilila, 2016). Konsentrasi Total Suspended Particulate (TSP) di sektor transportasi ditentukan oleh berat berbagai jenis kendaraan. Secara khusus, kendaraan jenis bus berkontribusi 2.232 ton/tahun TSP, kendaraan penumpang berkontribusi 2.134 ton/tahun TSP, dan jenis kendaraan lainnya juga berkontribusi terhadap emisi TSP (Oktaviani, 2018). Selain itu, ada sumber yang dihasilkan manusia seperti emisi dari pemanas ruangan, kegiatan industri, pembangkit listrik, cerobong asap, insinerator, dan penggunaan kendaraan bermotor (Alias dkk., 2007).

2.3 Timbal (Pb)

Gustina (2012) menggolongkan Timbal (Pb) sebagai logam berat yang memiliki kedekatan yang signifikan dengan manusia. “Senyawa timbal berasal dari emisi industri, pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor, dan pemanfaatan cat bangunan yang mengandung Pb (Anisah, 2022). Emisi timbal merupakan hasil pembakaran mesin kendaraan bermotor yang memanfaatkan bahan bakar yang mengandung timbal. Akibatnya, emisi Pb tersebar melalui asap knalpot kendaraan (Annisa & Octavya, 2013). Timbal dimanfaatkan sebagai bahan tambahan dalam bensin untuk meredakan getaran mesin, yang juga dikenal sebagai sifat anti-ketukan. Menurut Endrinaldi (2014), kendaraan bermotor yang menggunakan bensin bertimbal berkontribusi terhadap tingkat emisi timbal yang lebih tinggi dari mobil. Semakin tinggi tingkat ketidaksempurnaan dalam proses pembakaran mesin kendaraan bermotor, semakin besar konsentrasi Pb yang dibuang ke udara. Timbal, zat yang berbahaya, dapat diukur sebagai Total Suspended Particulate (TSP) (Af'idah, 2012). Timbal memiliki sifat bawaan berupa padatan pada suhu lingkungan standar, dengan titik leleh tepat 327,4 °C. Gusnita (2012) menyatakan bahwa setiap kilometer yang ditempuh mobil

berbahan bakar bensin, proses pembakarannya akan melepaskan 0,09 gram timbal.

2.4 Angka Kuman

Jumlah kuman mengacu pada kuantifikasi mikroorganisme patogen atau non-patogen melalui pengamatan visual atau pembesaran menggunakan mikroskop pada media yang diuji. Kemudian ditentukan dengan menghitung jumlah bakteri pada pelat uji standar atau jumlah bakteri mesofilik per mililiter, gram, atau sentimeter persegi alat sampel yang diusap (Mulasari dkk., 2022).

"Jumlah kuman ditentukan dengan menghitung kuantitas bakteri, dengan asumsi bahwa setiap sel bakteri individu dalam larutan cair akan berkembang menjadi satu koloni ketika diinkubasi dalam media kultur dan lingkungan yang sesuai." Jumlah koloni yang tumbuh setelah masa inkubasi ditentukan dengan menghitung perkiraan atau aproksimasi jumlah dalam suspensi (Erna, 2020).

2.5 Parameter Meteorologi

Parameter meteorologi, yang sering disebut sebagai parameter cuaca, merupakan variabel yang memberikan pengaruh terhadap perubahan kondisi meteorologi. Parameter meteorologi meliputi suhu, tekanan udara, kelembaban udara, angin, curah hujan, sinar matahari, jarak pandang, dan awan (Ferian dkk., 2020). Suhu, kelembaban udara, dan pencahayaan merupakan elemen lingkungan nyata yang berdampak pada kualitas udara. Terdapat korelasi positif antara kondisi lingkungan fisik yang tidak memadai dengan kelimpahan mikroorganisme di udara (Chairunnisa dkk., 2022). Pada penelitian ini faktor meteorologi yang diambil berupa suhu, kelembapan udara, dan tekanan udara. Suhu merupakan ukuran kuantitatif tingkat panas atau dingin, yang biasanya dinyatakan dalam skala tertentu. "Suhu berbanding lurus dengan panas dan energi. Ketika panas diberikan pada suatu benda, maka suhu benda tersebut akan naik. Suhu udara harian rata-rata dihitung dengan menjumlahkan suhu udara maksimum dan minimum pada hari tersebut kemudian dibagi dua, menurut Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Provinsi Nusa Tenggara Barat, 2022. Kelembaban udara mengacu pada kuantitas uap air yang terdapat di udara atau

atmosfer (Swarinoto & Sugiyono, 2011). Peningkatan kelembaban udara terjadi ketika tetesan air menangkap kontaminan di udara, sehingga mengakibatkan penurunan polutan di udara (Al Anshari & Santoso, 2017). Radiasi suhu menyebabkan peningkatan kelembaban, yang menyebabkan kontaminan larut dalam uap air di udara dan mengurangi konsentrasinya. Kecepatan horizontal udara pada ketinggian tertentu. Perbedaan tekanan atmosfer antara titik asal dan tujuan udara merupakan penentu penting kecepatan udara. Kecuraman perbedaan tekanan menunjukkan kecepatan udara. Ketika terdapat perbedaan tekanan yang signifikan, udara menjadi lebih kuat. Sebaliknya, ketika terdapat sedikit variasi tekanan, kekuatan angin juga akan berkurang (Tayyib & Winahju, 2014). Tekanan udara adalah gaya yang diberikan oleh berat udara akibat gravitasi di lokasi tertentu di permukaan bumi. Akibatnya, peningkatan volume udara dalam ruang tertentu mengakibatkan peningkatan tekanan atmosfer yang sesuai.

2.6.1 Suhu

Suhu merupakan ukuran kuantitatif derajat dingin atau panas pada suatu keadaan atau benda. Satuan pengukuran suhu yang dominan di Indonesia adalah skala Celcius. Suhu berbanding lurus dengan panas dan energi. Ketika panas diberikan pada suatu benda, suhu benda tersebut akan naik. Suhu udara harian rata-rata dihitung dengan menjumlahkan suhu udara maksimum dan minimum pada hari itu lalu dibagi dua, menurut Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Provinsi Nusa Tenggara Barat, 2022. Suhu udara akan dinyatakan dalam derajat Celcius (°C) (Erick, 2021). Tempat kerja untuk melakukan jenis pekerjaan pelayaan umum harus memenuhi Kualitas Udara Dalam Ruangan (KUDR). “Suhu ruangan yang nyaman tercantum pada PerMen Ketenagakerjaan Republik Indonesia No. 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja bahwa suhu kering adalah 23 – 26ºC.”

2.6.2 Tekanan Udara

Tekanan udara merupakan besarnya gaya yang mendorong pergerakan partikel udara dalam satuan luas tertentu (Dipa, 2018). Besarnya tekanan udara dibatasi oleh dimensi ruang dan perjalanan waktu. Akibatnya, besarnya tekanan

udara bervariasi di berbagai lokasi dan periode. Semakin tinggi elevasi suatu tempat, tekanan udara akan semakin rendah, sedangkan tekanan udara di daerah dengan elevasi rata-rata yang sama dipengaruhi oleh suhu udara. Menurut Soewarno (2000), daerah yang mengalami suhu udara tinggi akan menunjukkan tekanan atmosfer yang rendah, sedangkan daerah yang suhu udaranya rendah akan menunjukkan tekanan atmosfer yang tinggi.

2.6.3 Kelembapan Udara

Kelembapan adalah ukuran kuantitas uap air di atmosfer. Nilai konsentrasi dapat diukur menggunakan kelembapan absolut, kelembapan spesifik, atau kelembapan relatif. Kelembapan udara mengacu pada jumlah air yang ada di atmosfer, yang biasanya diukur dalam persentase. Kelembapan udara ini berkorelasi dengan atau dipengaruhi oleh suhu udara, dan keduanya saling bergantung. Kelembapan udara mengacu pada jumlah uap air yang ada di atmosfer. Kelembapan udara yang tinggi menunjukkan adanya uap air yang cukup banyak di udara (Fadholi, 2013). Persyaratan kelembaban ruang yang nyaman adalah 40%-60% seperti yang sudah tercantum pada PerMen Ketenagakerjaan Republik Indonesia No. 5 Tahun 2018.

2.6.4 Laju Ventilasi

Ventilasi adalah tindakan mengubah atau mengganti udara dalam suatu ruang untuk mengatur suhu atau menghilangkan kombinasi kelembapan, bau, asap, panas, partikel, mikroorganisme di udara, dan karbon dioksida, serta menggantinya dengan oksigen. Ventilasi mencakup proses pertukaran udara antara lingkungan dalam dan luar, serta sirkulasi udara dalam ruang terbatas (Ernada dkk., 2023).

Berbagai faktor memengaruhi proses pertukaran udara alami dalam suatu ruangan atau bangunan. Faktor ini meliputi arah dan kecepatan angin di luar bangunan, suhu dan kelembapan di dalam dan luar bangunan, serta spesifikasi lubang ventilasi (seperti posisi, dimensi, bentuk, dan fitur pendukungnya).

2.7 *Software Surfer*

Surfer adalah aplikasi perangkat lunak pemetaan populer yang sebagian besar digunakan untuk menghasilkan peta kontur dan peta berbasis grid 3D. Program ini secara khusus dirancang untuk pembuatan kontur berbasis grid dan grafik plot permukaan 3D. Perangkat lunak ini kompatibel dengan sistem operasi Windows. Software Surfer beroperasi dengan cara menginterpolasi data XYZ yang tidak seragam ke dalam struktur grid yang seragam dan menyimpan hasil proses gridding dalam file *.GRD. Selain itu, file tersebut untuk membuat peta kontur atau peta permukaan 3D (Husnah, 2022). Grid dalam Surfer terdiri dari garis vertikal dan horizontal tegak lurus yang membentuk persegi panjang. Grid berfungsi sebagai dasar untuk membuat kontur dan permukaan tiga dimensi. Titik persimpangan terjadi di tempat garis vertikal dan horizontal bertemu. Nilai Z pada persimpangan ini disimpan sebagai titik tinggi atau kedalaman. Gridding adalah prosedur pembuatan urutan nilai Z yang seragam dari data XYZ. File grid dihasilkan sebagai hasil dari proses gridding dan disimpan dalam format file .grd (Budiyanto, 2005). Peselancar membuat peta kontur atau rencana, yang sering dikenal sebagai plot permukaan, menggunakan data xyz. Peta dasar digunakan untuk merepresentasikan data batas secara visual, seperti kontur geografis, struktur, atau informasi relevan lainnya. Peta akhir digunakan untuk menunjukkan posisi geografis yang tepat dari titik data pada peta. Metode alternatif untuk membuat hamparan peta melibatkan penggabungan dua atau lebih peta menjadi satu peta (Firdaus, 2020).

2.8 Baku Mutu TSP, Pb, Angka Kuman dan Laju Ventilasi

Baku mutu kualitas udara dalam ruang dengan untuk parameter angka kuman 700 CFU/m^3. Angka ini tertuang pada “Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan”. Baku mutu yang digunakan untuk parameter TSP tertuang pada “Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/MENKES/SK/XI/2002 Tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri”. Sedangkan

parameter Pb, angka kuman dan laju ventilasi tercantum pada “Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan”. Durasi waktu perhitungan delapan jam sesuai dengan jam kerja. Nilai baku mutu untuk TSP, Pb, Angka Kuman dan Laju Ventilasi di tampilkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Nilai Baku Mutu untuk TSP, Pb, Angka Kuman dan Laju Ventilasi

Waktu Pengukuran	Parameter	Baku Mutu	Refrensi
8 jam	Total Suspended Particulate (TSP)	10 mg/m³	KepMenKes RI Nomor 1405/MENKES/SK/XI/2002
8 jam	Timah Hitam (Pb)	1,5 µg/m³	PerMenKes RI Nomor 2 tahun 2023
10 menit	Angka Kuman	700 CFU/m^3	
-	Laju Ventilasi	0,15 - 0,25 m/s	

2.9 Penelitian Terdahulu

Penelitian sebelumnya merupakan upaya peneliti mengidentifikasi persamaan, sumber informasi, dan kemudian menemukan wawasan baru untuk penyelidikan lebih lanjut. Peneliti memasukkan berbagai temuan penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian mendatang, diikuti dengan ikhtisar singkat. Maka penelitian terdahulu dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Penelitian – Penelitian Terdahulu

No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Husna Zahirotul Hikmah (2022)	"Analisis Kadar Pm 10, Pm 2,5, Tsp Dan Pb Dalam Ruang (Studi Kasus: Bengkel Sabel Motor, Yogyakarta)	1. Pengukuran kadar Pb di udara ambien bengkel menggunakan Standar Nasional Indonesia (SNI) 19-7119.4-2017 2. Konsentrasi PM 10, PM 2,5 dan TSP diukur dengan menggunakan alat E-sampler yang memiliki prinsip dengan sistem vakum dengan menarik udara lingkungan sekitar melalui inlet 3. Pengamatan atau observasi mengenai karakteristik bengkel yaitu suhu, kelembaban, dan kecepatan angin di bengkel Sabel Motor.	1. Konsentrasi PM 10 yang ada di Bengkel Sabel Motor menghasilkan nilai rata-rata tertinggi yaitu 39,33 μg/m³ yang terjadi pada Titik 2 pengukuran. 2. Konsentrasi PM 2.5 diperoleh dengan nilai rata-rata konsentrasi tertinggi yaitu 38,64 μg/m³, nilai ini terbilang tinggi dan berada di atas baku mutu yang terapkan yaitu 35 μg/m³. 3. Hasil konsentrasi parameter TSP dan Pb berada di bawah baku mutu yang diterapkan
2.	Hanif Shidki, Indra Chandra, Ery Djunaedy (2020)	Analisis Kualitas Udara Dalam Ruangan Pada Kantor Terbuka Di Universitas Telkom	1. Parameter-parameter kualitas udara dalam ruangan yang diukur yaitu non-biologis dan biologis. 2. Pengukuran konsentrasi partikulat menggunakan sensor SEN0177	1. Konsentrasi PM2.5 yang terukur sudah melebihi nilai ambang batas dan memasuki kategori tidak sehat 2. Konsentrasi karbon dioksida yang juga melebihi nilai

No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
			untuk mendeteksi partikulat yang ada di udara, dan memberikan data dalam bentuk µg/m3 3. Sensor gas berbasis sinar inframerah SEN0219 digunakan sebagai pendeteksi konsentrasi karbon dioksida. 4. Temperatur dan kelembapan diukur menggunakan sensor berbasis termistor dan sensor kelembapan kapasitif yaitu DHT22 5. Metode pengukuran Kontaminan Mikrobiologis pasif yang bergantung pada mikroorganisme yang telah jatuh dan menempel pada media kultivasi.	ambang batas 3. Rendahnya nilai ACH atau air change rate per hour yang menyatakan laju pertukaran udara dalam ruangan dengan udara luar. Membuktikan bahwa ventilasi ruangan kurang memadai

No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
3.	Susilawati (2021)	Pengaruh Kualitas Lingkungan Fisik Udara Terhadap Angka Kuman Di Rumah Sakit	Penelitian ini menggunakan desain cross sectional Angka kuman udara diukur dengan alat Mikrobiological Air Sampler (MAS) 100 NT menggunakan media biakan agar strip dinyatakan sebagai jumlah koloni per m3udara (CFU/m3). Suhu dan kelembaban di ukuran dengan alat Thermohygrometer, pencahayaan diukur dengan alat luxmeter, dan debu menggunakan alat AEROCET 531S (Particle Mass).	Hasil penelitian menunjukkan bahwa kamar perawatan dengan kualitas mikroba udaranya paling banyak memenuhi syarat adalah ruang VIP (80%), dan yang paling sedikit adalah ruang kelas II (0%). Rata-rata angka kuman tertinggi terdapat di ruang kelas II (1.140 CFUm³; SD=395.9) dan terendah di ruang Kelas III sebesar 356 CFU/m³ (SD=124), dan secara umum rata-rata angka kuman udara di ruang rawat inap RS HAMBA sebesar 585,3 CFU/m³.

No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
4.	Daria BR Ginting (2022)	Pengaruh Suhu, Kelembaban Dan Kecepatan Angin Air Conditioner (AC) Terhadap Jumlah Angka Kuman Udara Ruangan	Jenis penelitian ini adalah eksperimen yang terdiri dari 3 variabel dependen dan satu variabel independen dengan rancangan penelitian Crossectional, dimana pengumpulan data variabel independent dan variabel dependent dilakukan pada saat yang sama. Tempat penelitian ini dilakukan di Alam Lestari Laboratorium dan waktu penelitian pada bulan Februari sampai dengan Desember 2021	Angin Terhadap Perkembangan Angka Kuman di Udara Ruangan. Kualitas udara di ruangan ber-AC yang baik akan mendukung kenyamanan orang yang berada di dalam ruangan. Namun, jika AC jarang dibersihkan akan mempengaruhu suhu, kelembababn, kecepatan angin dan jumlah angka kuman di ruangan tersebut. Kondisi ini akan mengakibatkan kualitas udara di dalam ruangan menurun dan menimbulkan gangguan pada kesehatan penghuni ruangan tesebut. semakin jauh dari standar suhu, kelembaban serta kecepatan angin di dalam ruangan ber-AC makan semakin cepat pula pertumbuhan microorganisme di ruangan itu terjadi

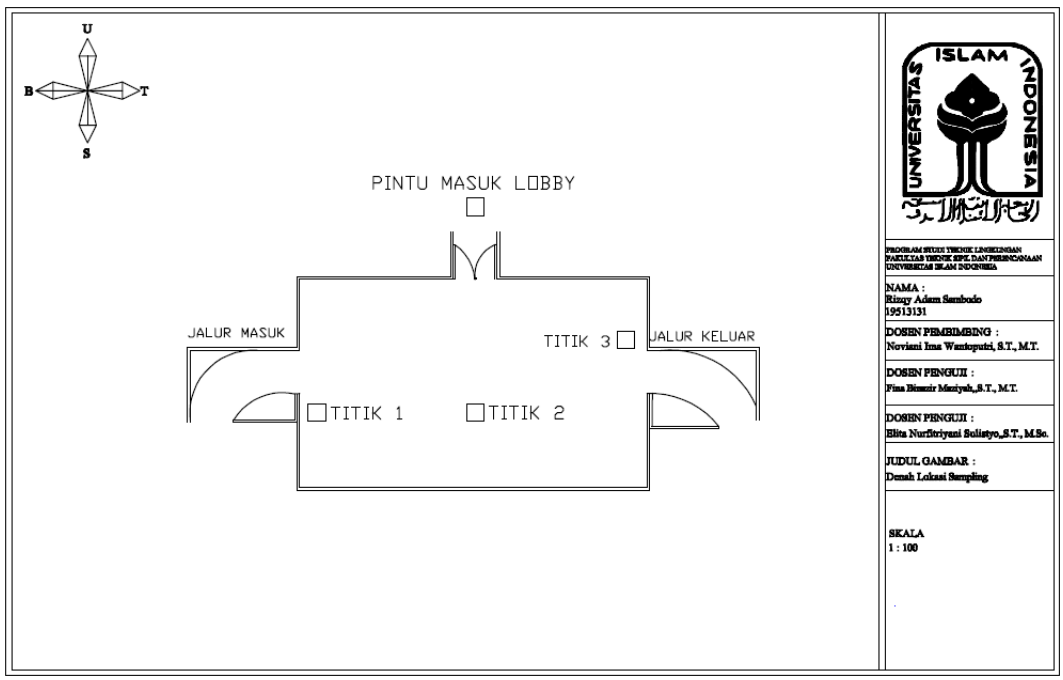
No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
5	Dwi Hariyo (2020)	Pengaruh Angka Kuman Udara Di Dalam Rumah Terhadap Kejadian Tuberkulosis Paru Di Puskesmas Balongsari Surabaya	1. Penelitian ini adalah penelitian observasional analitik dengan pendekatan case control. Lokasi penelitian ini berada di dalam wilayah kerja Puskesmas Balongsari yaitu di wilayah Kelurahan Balongsari, Kelurahan Karangpoh dan Kelurahan Tandes 2. Yang menjadi sampel dalam penelitian ini adalah semua rumah penderita TB paru BTA positif yang berada di dalam wilayah kerja Puskesmas Balongsari 3. Yang menjadi kontrol pada penelitian ini adalah rumah yang ada di sekitar penderita TB paru BTA positif yang tidak menderita TB paru yang beradadi wilayah kerja Puskesmas Balongsari	1. Rumah yang memiliki luas ventilasi yang memenuhi syarat dari kelompok penderita sebanyak 11 rumah (39,29%), sedangkan dari kelompok kontrol sebanyak 27 rumah (96,43%) 2. Rumah yang memiliki luas ventilas yang tidak memenuhi syarat dari kelompok penderita sebanyak 17 rumah (60,71%), sedangkan dari kelompok kontrol sebanyak 1 rumah (3,57%) 3. Rumah yang memiliki laju ventilasi yang memenuhi syarat dari kelompok penderita sebanyak 14 rumah (50%), sedangkan dari kelompok kontrol sebanyak 26 rumah (92,86%). 4. Rumah yang memiliki laju ventilasi yang tidak memenuhi syarat dari kelompok

No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
				penderita sebanyak 14 rumah (50%), sedangkan dari kelompok kontrol sebanyak 2 rumah (7,14%) 5. Jumlah angka kuman yang memenuhi syarat pada kelompok penderita adalah sebanyak 6 rumah (21,43%), sedangkan pada kelompok kontrol sebanyak 23 rumah (82,14%).”

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi *Sampling*

Penelitian ini dilakukan dengan cara observasi langsung ke lokasi penelitian. Lokasi yang akan diteliti bertempat di area parkir bawah tanah di Rumah Sakit dikawasan Yogyakarta. Dimana dilokasi area parkir bawah tanah Rumah sakit terdapat banyak kendaraan bermotor berpotensi menghasilkan TSP, Pb Angka Kuman dan Laju Ventilasi. Penelitian dilakukan di kota Yogyakarta serta dilakukan selama tiga bulan yaitu pada bulan Juni hingga Agustus 2023.” Lokasi penelitian dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Lokasi *Sampling* Parkiran Bawah Tanah Rumah Sakit X, Yogyakarta

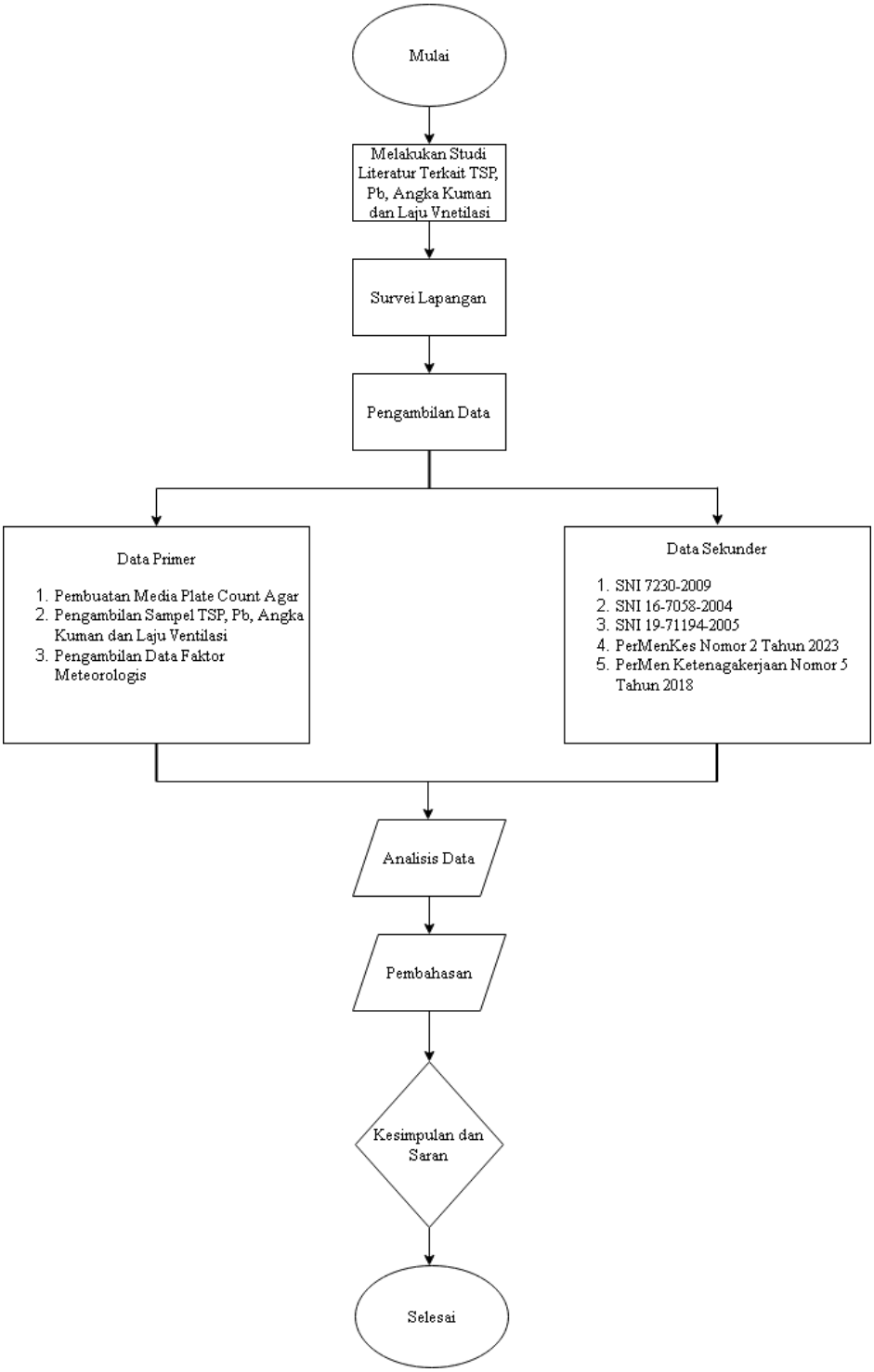
Survei lapangan dilakukan secara langsung untuk mengidentifikasi lokasi pengambilan sampel. Penentuan lokasi pengambilan sampel ditetapkan oleh SNI 7230:2009, yang menguraikan teknik untuk mengidentifikasi titik pengambilan sampel udara di tempat kerja. Titik-titik ini dipilih berdasarkan ukuran unit kerja dan memprioritaskan area dengan konsentrasi polutan tertinggi. Pemilihan lokasi

pengambilan sampel ini mempertimbangkan area yang jauh dari pepohonan, menunjukkan tingkat aktivitas yang tinggi, dan menampung jumlah individu terbanyak (baik staf maupun tamu).

Pengambilan sampel TSP, Pb, angka kuman dan laju ventilasi pada udara dalam ruang dilakukan selama empat kali dalam kurun waktu satu minggu dan dilaksanakan dengan durasi delapan jam untuk TSP dan Pb, sepuluh menit untuk angka kuman dan per satu jam dalam kurun waktu delapan jam untuk parameter laju ventilasi dan meteorologis. Dikarenakan menurut “PP 35 tahun 2021 tentang Perjanjian Kerja Waktu Tertentu, Alih Daya, Waktu Kerja dan Waktu Istirahat, dan Pemutusan Hubungan Kerja menjelaskan waktu kerja sehari dalam setiap shift maksimal delapan jam sehari untuk enam hari kerja”. Lalu untuk pengujian konsentrasi TSP, Pb dan Angka Kuman dilakukan di Laboratorium Kualitas Udara Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

3.2 Diagram Alir Penelitian

Tahap penelitian digambarkan dalam *flowchart* penelitian pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 *Flowchart* Penelitian

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Pada penelitian ini digunakan beberapa alat. Daftar alat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Alat Penelitian

No.	Nama Alat
1	*Low Volume Air Sampler (LVAS)*
2	*Microbiological Air Sampler (MAS)*
3	Desikator
4	Cawan petri
5	*Colony counter*
6	Inkubator
7	*Hot Plate Stirrer*
8	*Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)*
9	Tripod
10	*Anemometer indoor*
11	Roll Kabel
12	*Thermohygrometer Digital*
13	Pinset
14	Spatula
15	Neraca Analitik
16	Gelas Beaker
17	Tabung Reaksi
18	Bunsen
19	Rak Tabung Reaksi
20	Autoklaf
21	Kompor Elektrik Pemanas
22	*Magnetic Stirrer*
23	*Laminar Air Flow*(LAF)
24	Sendok Sungu

3.3.2 Bahan

Penelitian ini digunakan beberapa bahan untuk mendukung proses berjalanya penelitian. Daftar bahan dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Bahan Penelitian

No.	Nama Bahan
1	Asam Nitrat (HNO3)
2	Air Suling
3	Kertas Saring Whattman 42
4	Plate Count Agar (PCA)
5	Larutan Standar Nitrit
6	Kapas
7	Kertas Sampul Coklat
8	Karet Gelang
9	Spirtus
10	Alkohol 70%

3.4 Pengambilan Data

3.4.1 Penentuan Titik Sampel

Penentuan titik sampel ditetapkan berdasarkan SNI 7230:2009 yang mengatur tentang teknik penentuan lokasi pengambilan sampel udara di tempat kerja. Titik sampel dipilih berdasarkan luas unit kerja dan area dengan konsentrasi polutan tertinggi. Area yang dimaksud ditentukan berdasarkan volume kendaraan bermotor yang masuk dan keluar pintu parkir bawah tanah, serta lokasi tempat berkumpulnya pekerja.

Untuk mengetahui jumlah lokasi pengambilan sampel, dilakukan pengamatan langsung di lokasi penelitian untuk mengetahui wilayah yang berpotensi menimbulkan risiko pencemaran udara dalam ruangan. Area yang dimaksud adalah sebuah tempat yang banyak dilalui oleh kendaraan bermotor dan terdapat banyak manusia. Area yang banyak dilalui kendaraan bermotor berpotensi untuk menyumbang kontaminan partikulat yang tinggi di lingkungan. Sedangkan area yang terdapat banyak manusia berpotensi menyebabkan dampak gangguan pernapasan pada para pekerja dan juga pengunjung.

3.4.2 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel TSP, Pb dan angka kuman pada udara dalam ruang dilakukan selama empat kali dalam kurun waktu satu minggu dan dilaksanakan dengan durasi delapan jam untuk TSP dan Pb, sepuluh menit untuk angka kuman

dan per satu jam dalam kurun waktu delapan jam untuk parameter meteorologis. Ini dilakukan pada tiga titik pengambilan sampel yang ditentukan sebelumnya. Tinggi pengambilan sampel dipastikan setinggi hidung rata – rata tenaga kerja sesuai dengan sikap kerja. Untuk konsentrasi TSP menggunakan alat *Low Volume Air Sampler* (LVAS). Konsentrasi Pb didapat dengan melakukan destruksi dari konsentrasi TSP yang didapat dengan menggunakan alat *Low Volume Air Sampler* (LVAS) yang selanjutnya kadar Pb diukur menggunakan alat *Spektrofotometer Serapan Atom* (ASS)angka kuman diukur menggunakan *Microbiological Air Sampler* (MAS). Alat diletakkan dengan jarak titik sampling sesuai dengan SNI 7230:2009 tentang Teknik Penentuan Titik Pengambilan Sampel Udara di Tempat Kerja. Penentuan konsentrasi Pb dilakukan sesuai SNI 19-7119.4:2005 tentang Cara Uji Kadar Timbal (Pb). Metode pengambilan sampel untuk mengukur konsentrasi TSP, Pb, angka kuman dan parameter meteorologis terdapat dalam Tabel 3.3

Tabel 3.3 Metode Pengambilan Sampel

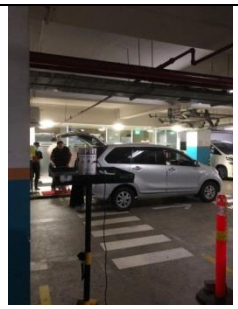
Parameter	**Metode Ukur**	**Refrensi**
Total Suspended Particulate (TSP)	*Low Volume Air Sampler* (LVAS)	SNI 16-7058-2004
Timah Hitam (Pb)	*Spektrofotometer Serapan Atom* (ASS)	PerMenKes RI Nomor 2 tahun 2023
Angka Kuman	*Microbiological Air Sampler* (MAS)	
Laju Ventilasi	*Anemometer*	
Suhu, Tekanan Udara dan Kelembapan Udara	*Thermohygrobarometer*	

Dalam pengukuran konsentrasi TSP, Pb, angka kuman dan parameter meteorologis dilakukan dengan metode direct reading. Alat untuk mengukur konsentrasi TSP dan Pb menggunakan alat *Low Volume Air Sampler* (LVAS) yang kemudian konsentrasi timbal (Pb) diuji menggunakan alat *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS). Sebelum melakukan sampling TSP masukan kertas saring Kertas Saring Whattman 42 kedalam desikator guna menjaga kelembapan kertas lalu timbang terlebih dahulu Kertas Saring Whattman

42 menggunakan timbangan analitik dengan angka empat digit dibelakang koma hingga mencapi berat konstan. Untuk angka kuman menggunakan *Microbiological Air Sampler* (MAS), lakukan pembuatan media PCA karena akan dimasukan kedalam MAS saat melakukan sampling dan untuk menentukan jumlah angka kuman menggunakan colony counter. Lalu untuk laju ventilasi pengumpulan data menggunakan *anomemeter*. Pengukuran tentang faktor meteorologis ruang parkir bawah tanah Rumah Sakit, X Yogyakarta yaitu suhu, kelembaban dan tekanan angin. Alat yang digunakan untuk sampling faktor meteorologis *Thermohygrometer digital.* Gambar alat yang digunakan dalam pengambilan sampel dilihat pada Gambar 3.3.



(a) *Low Volume Air Sampler* (LVAS)



(b) *Microbiological Air Sampler* (MAS)



(c) *Anemometer Indoor*



(d) *Thermohygrobarometer*

Gambar 3.3 Alat Pengambilan Sampel

3.5 Analisis Data

Data hasil pengukuran lapangan berupa konsentrasi TSP, Pb dan angka kuman pencemar udara serta kualitas udara pada parkiran bawah tanah Rumah Sakit, X Yogyakarta. Data yang diperoleh akan dihitung untuk menentukan nilai rata-rata, maksimum, dan minimum agar lebih mudah diamati. Data tersebut dikonsolidasikan menjadi satu set data tunggal, yang selanjutnya dianalisis untuk menentukan nilai maksimum, minimum, dan rata-rata. Selain itu, jam operasional saat konsentrasi puncak terjadi untuk setiap parameter diidentifikasi. Data kualitas udara parkir bawah tanah dipelajari secara deskriptif dengan membandingkannya dengan undang-undang yang relevan dan memeriksa sumber yang berkontribusi pada setiap metrik. Baku mutu jumlah angka kuman dan nilai ambang batas (NAB) tercantum pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan. Sedangkan baku mutu yang digunakan untuk parameter TSP dan Pb tertuang pada Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/MENKES/SK/XI/2002 Tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran Dan Industri.

Pengujian konsentrasi Pb menggunakan konsentrasi TSP pada ruang parkir bawah tanah yang dihitung sesuai hasil pengambilan sampel memakai kertas filter Whattman 42 dengan alat LVAS. “Kertas filter ini didestruksi menggunakan AAS nyala dan untuk menganalisis kadar logam yang telah didestruksi mengacu pada SNI 19-7119.4-2005 tentang Cara Uji Kadar Timbal (Pb) Dengan Metoda Destruksi Cara Basah Menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom Nyala.

Pengujian angka kuman menggunakan metode kuantitatif dengan nama uji angka lempeng total (ALT). Pengujian ini menggunakan media Plate Count Agar (PCA) padat untuk memungkinkan pengamatan visual dan penghitungan koloni sebagai hasil akhir.

3.5.1 Perhitungan Konsentrasi Timbal (Pb) dalam *Total Suspended Particulate* (TSP)

Sesuai yang sudah tercantum pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 19-7119.4:2005 Bagian 4: Cara uji kadar timbal (Pb) dengan metoda destruksi cara basah menggunakan spektrofotometer serapan atom nyala. Timbal yang terdapat dalam partikel tersuspensi akan dihilangkan melalui penggunaan larutan asam, diikuti dengan pengukuran konsentrasi Pb menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Panjang gelombang yang digunakan dalam SSA sebesar 283,3 nm. Selanjutnya data pengambilan sampel TSP diolah sesuai rumusan berikut :

Untuk korelasi laju alir standar dihitung dengan rumus :

$$\mathbf{Qs} = \boldsymbol{Qo\ X}\ \left(\frac{\boldsymbol{Ts\ x\ P_0}}{\boldsymbol{T_0\ x\ Ps}}\right)^{\frac{1}{2}}$$

Keterangan : Qs : laju alir volume dikoreksi pada kondisi standar (m3/menit)

Q0 : laju alir volume (m3/menit)

Ts : temperatur standar, 298 K

P0 : tekanan baromatik dimana Q0 ditentukan

T0 : temperature absolut (293 + t ukur) dimana Q0°C ditentukan

Ps : tekanan baromatik standar 101,3 kPa (760 mmHg)

Volume udara yang diambil:

$$\boldsymbol{V = Qs\ X}\ \mathbf{T}$$

Keterangan : V : volume udara yang diambil (m3)

Qs : laju alir volume (m3/menit)

T : durasi pengambilan contoh (menit)

Kadar timbal dapat dihitung dengan rumus :

$$\boldsymbol{C_{PB}} = \frac{\left(\frac{\boldsymbol{C_t - C_b}}{\boldsymbol{T_0\ x\ Ps}}\right)\ x\ \boldsymbol{V_t}\ x\ \frac{\boldsymbol{S}}{\boldsymbol{S_t}}}{\boldsymbol{V}}$$

Keterangan : CPb : kadar timbal di udara (µg/m3)

Ct : kadar timbal dalam larutan contoh uji yang di spike (µg/mL)

Cb : kadar timbal dalam larutan blanko (µg/mL)

Vt : volum larutan contoh uji (mL)

S : luas contoh uji pada permukaan filter (mm2)

St : luas contoh uji yang digunakan (mm2)

V : volume udara yang dihisap dikoreksi pada kondisi normal 25°, 760 mmHg"

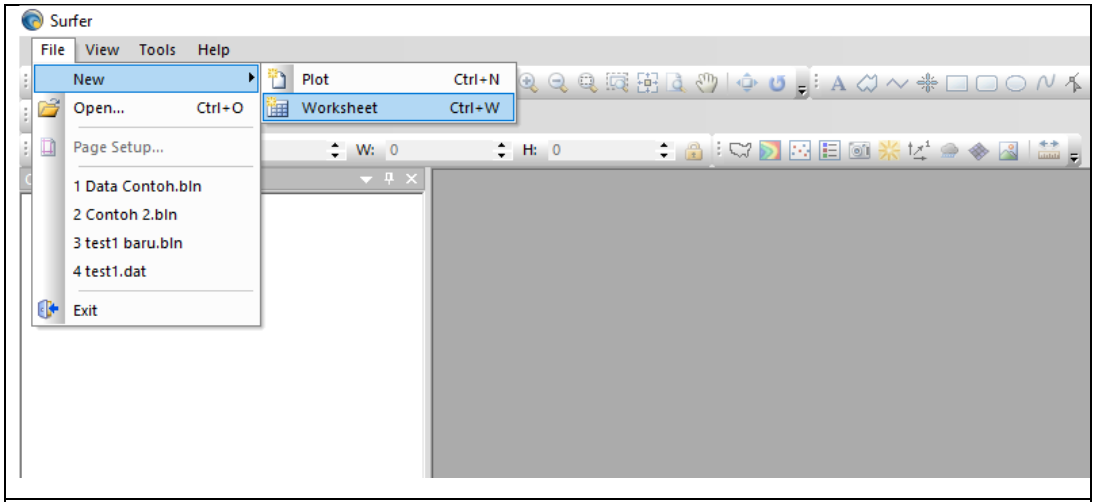
3.5.2 Inkubasi dan Perhitungan Media *Plate Count Agar* (PCA)

Sampel bakteri yang diambil dan diletakan pada cawan petri diinkubasi dalam inkubator selama 2 x 24 jam pada suhu 37˚C lalu dilakukan pengamatan dan perhitungan koloni bakteri. Pengamatan dan perhitungan dilakukan menggunakan alat *Microbiological Air Sampler* (MAS). Dalam perhitungan baketri menggunakan metode kuantitatif dengan nama uji angka lempeng total (ALT). Hasil perhitungan bakteri yang sudah dilakukan disebut dengan *Colony Forming Unit* (CFU). Metode ALT menggunakan satuan CFU/m^3, CFU menunjukan jumlah koloni yang tumbuh pada media yang digunakan untuk sampel. Penentuan jumlah kuman dapat diandalkan apabila perkembangbiakan kuman dalam satu cangkir berkisar 30 - 300 CFU (Kurniawan dkk., 20).

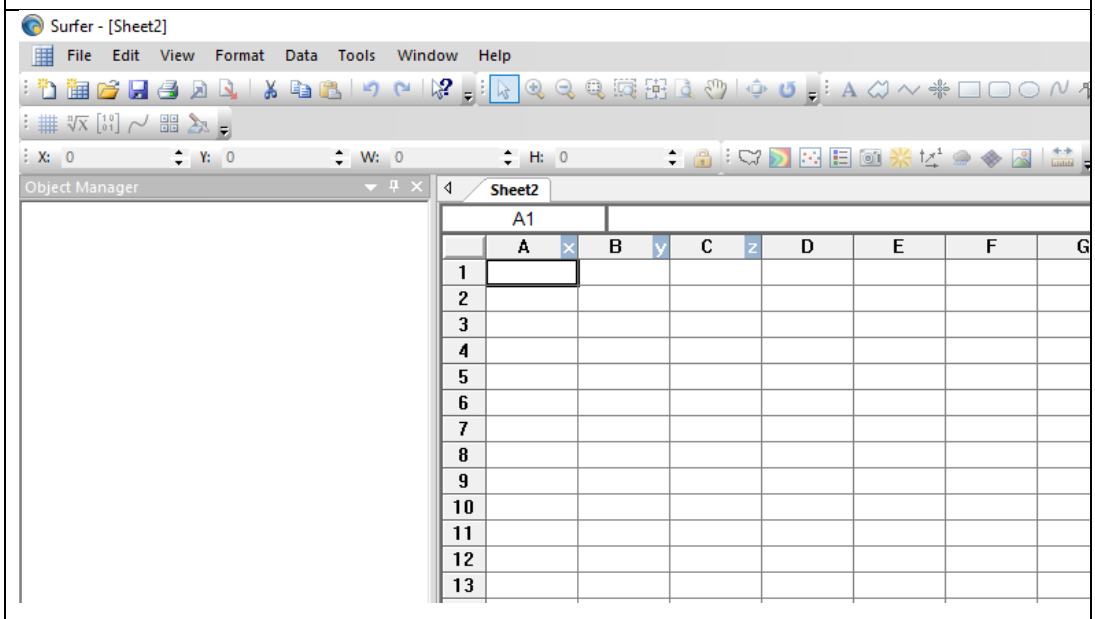
3.5.3 Pemetaan Sebaran Konsentrasi Menggunakan *Software Surfer*

Konsentrasi TSP, Pb, angka kuman dan laju ventilasi yang sudah dihitung dan didapat selanjutnya dilakukan pemetaan menggunakan *software Surfer*. Program ini berbasiskan kepada data yang berextensikan salah satunya adalah excel. Guna melakukan pemetaan sebaran konsentrasi, konsentrasi yang sudah didapat per parameter terlebihi dahulu direkap dalam excel. Selain konsentrasi per parameter, penulis juga menyiapkan koordinat titik *sampling.* Nantinya data konsentrasi dan koordinat titik *sampling* akan disimbolkan oleh sumbu X,Y dan Z. X adalah nilai absis, Y adalah nilai ordinat dan Z adalah nilai yang kita buat garis konturnya atau dalam penelitian ini adalah nilai konsentrasinya. Potongan

jepretan layar aplikasi *Surfer* guna pengerjaan pemetaan sebaran konsentrasi dilihat pada Gambar 3.4.



a



b

Gambar 3.4 Jepretan layar pengerjaan pemetaan sebaran konsentrasi menggunakan *software Surfer*

Gambar 3.4 merupakan jepretan layar aplikasi *Surfer*. Penggunaan *software Surfer* dalam pengerjaan pemetaan sebaran konsentrasi dimulai dengan membuka Aplikasi *Surfer*, *file – new – worksheet,* masukan data-data koordinat dan

konsentrasi yang ingin dibuat, *copy - paste* dari *file excel* kedalam *worksheet.* Kemudian simpan dan beri nama *sheet*nya. Setelah di simpan kemudian buka kembali datanya dengan cara klik *file* lalu *new* lalu *plot document.* Klik Bar "*Grid*" – Data, buka *file* yang disimpan tadi, dengan keterangan :

- X = Absis
- Y = Ordinal
- Z = Elavasi
- Pilih Metode *Interpolaso,* Misalnya: *Kriging*
- Isikan minimum dan maksimum X dan Y dengan bilangan bulat
- Klik *Ok*
- Maka akan melaporkan *Grid* dan tersimpan pada nama *file* yang sama dengan *extensi.grd*

BAB IV
HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

4.1 Kondisi Umum Lokasi Penelitian

Penelitian ini berlokasi pada rumah sakit besar di kota Yogyakarta. Area yang digunakan untuk penelitian merupakan lokasi parkir bawah tanah. Rumah sakit ini berada di Samirono, Terban, Kec. Gondokusuman, Kota Yogyakarta. Lokasi pengambilan sampel TSP, Pb, Angka Kuman dan Laju Ventilasi terletak pada parkiran bawah tanah Rumah Sakit tersebut. Pemilihan titik sampling dilakukan sesuai kriteria yang tercantum pada SNI 7230 tahun 2009 tentang Teknik Penentuan Titik Pengambilan Sampel Udara di Tempat Kerja. Dengan ini juga pengambilan sampel angka kuman mengikuti kriteria pengambilan sampel udara. Kondisi eksisting lokasi penelitian dilihat dalam Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Kondisi eksisting pengambilan sampel di parkiran bawah tanah Rumah Sakit X, Yogyakarta

Kapasitas ruang parkir bawah tanah ini khususnya *basement* lantai satu sesuai rancangan pembangunan dapat menampung luma puluh lima mobil dan tiga ratus lima puluh motor. Titik pertama berada di area akses masuknya kendaraan bermotor kedalam tempat parkir bawah tanah Rumah Sakit X, Yogyakarta. Titik kedua merupakan area parkir kendaraan bermotor sedangkan titik ketiga area akses keluar kendaraan bermotor. Ketiga area ini dipastikan terkena paparan debu karena dilewati kendaraan bermotor, orang – orang pengunjung rumah sakit dan para pekerja. Total Suspended Solid (TSP) berasal dari kotoran kering yang menempel pada mobil dan komponennya, termasuk rem dan pembersih udara (Lestari dkk., 2017). Sekitar 25% logam berat timbal tertahan di dalam mesin, sedangkan 75% sisanya dikeluarkan melalui knalpot, sehingga berkontribusi terhadap pencemaran udara" (Gustiara dkk., 2019).

4.1.1 Hasil Pengukuran Parameter Meteorologi

Pengambilan data Meteorologi penelitian ini dilakukan empat hari dengan jangka waktu per satu jam dalam kurun waktu delapan jam. Untuk setiap harinya dimulai pukul 09.45 - 17.45 WIB. Selama pengumpulan data, data meteorologi direkam di tempat parkir bawah tanah sebanyak 8 kali dalam kurun waktu satu jam. Rata-rata temuan data faktor meteorologi yang dikumpulkan di tempat parkir bawah tanah Rumah Sakit X, Yogyakarta disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil pengambilan data meteorologis rata-rata di parkiran bawah tanah Rumah Sakit X, Yogyakarta

Hari & Tanggal	Suhu (°C)	Kelembapan Udara (%)	Tekanan Udara (m/s)	Laju Ventilasi (m/s)
Rabu, 4 Oktober 2023	30,2	61,25	745,2	0,16
Kamis, 5 Oktober 2023	31,3	61,3	745,6	0,17
Jumat, 6 Oktober 2023	30.6	61,22	745,4	0,16

Berdasarkan Tabel 4.1 Kondisi lingkungan pada saat pengambilan sampel didapatkan hasil rata-rata suhu tertinggi yaitu 31.3 °C pada Kamis, 5 Oktober 2023, kemudian suhu terendah yaitu 30,2 °C pada Rabu, 4 Oktober 2023. Untuk

nilai kelembaban hasil rata-rata tertinggi pada hari Kamis, 5 Oktober 2023 yaitu 61,3%, serta rata-rata terendahnya pada hari Jumat, 6 Oktober 2023 dengan nilai 61,22%. Selanjutnya nilai rata-rata tekanan udara tertinggi yaitu 745,6 m/s pada hari Kamis, 5 Oktober 2023 sedangkan nilai rata-rata terendahnya 745,2 m/s yaitu pada hari Rabu, 4 Oktober 2023. Hasil rata-rata laju ventilasi tertinggi yaitu 0,17 m/s pada Kamis, 5 Oktober 2023, kemudian pada Rabu, 4 Oktober 2023 dan Jumat, 6 Oktober 2023 mendapatkan hasil yang sama yaitu 0,16 m/s. Berdasarkan hasil ini laju ventilasi masih berada dibawah Nilai Ambang Batas (NAB). Untuk saat ini hasil menunujukan aman, jika hasil tidak memenuhi NAB akan menyebabkan suburnya pertumbuhan mikroba di dalam ruang, sehingga dapat mengakibatkan gangguan terhadap kesehatan manusia. Pengambilan sampel meteorologi dilakukan menggunakan alat *Thermohygrobarometer* dan *Anemometer Indoor* dilihat pada Gambar 4.2.



Thermohygrobarometer



Anemometer Indoor

Gambar 4.2 Gambar *Thermohygrobarometer* dan *Anemometer Indoor*

Thermohygrobarometer memiliki tiga indikator pengukuran. Pertama *Thermometer* digunakan pada saat pengukuran suhu, kedua *Hygrometer* digunakan dalam pengukuran kelembapan dan ketiga *Barometer* digunakan saat pengukuran tekanan udara. Alat ini digunakan karena dibutuhkan data rata-rata suhu udara, tekanan udara dan kelembaban udara. Anemometer merupakan alat

yang digunakan untuk melaporkan kecepatan angin, besaran yang diukur atau satuan anemometer yaitu meter per detik (m/s), mil per jam (mph), kilometer per jam (kph), atau knot. Dengan cara kerja hadapkan anemometer ke arah angin yang berlawanan, nyalakan anemometer, pastikan layar tampilan anemometer ke arahmu dan angin akan datang dari belakang layar tampilan. Perhatikan layar tampilan, yang menunjukan angka kecepatan angin. Jika angka kecepatan telah konstan, maka tekan tombol *hold*, lalu catat hasilnya (Djoko Arisworo dkk., 2006).

4.2 Hasil Pengkukuran dan Peta Sebaran Konsentrasi TSP, Pb, Angka Kuman dan Laju Ventilasi.

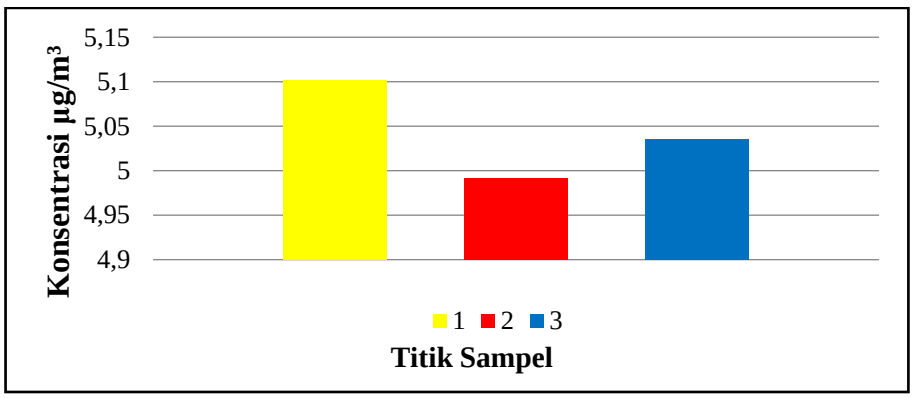
4.2.1 Pengukuran Konsentrasi TSP

Pengukuran TSP dilakukan dengan menggunakan alat LVAS yang beroperasi pada laju alir 10 L/menit. Setiap pengukuran berlangsung selama 8 jam di setiap lokasi tertentu. Terdapat tiga lokasi pengambilan sampel di lokasi penelitian ini. Pengukuran dilakukan pada jam kerja yang ditentukan, yaitu pukul 09.45 - 17.45 WIB. Tabel 4.2 menyajikan hasil pengukuran konsentrasi TSP yang dilakukan di area parkir bawah tanah Rumah Sakit X, Yogyakarta.

Tabel 4.2 Hasil pengambilan data TSP di parkiran bawah tanah Rumah Sakit X, Yogyakarta

Hari & Tanggal	**Waktu Pengukuran**	**Titik Sampel**	**TSP (µg/m³)**	**Baku Mutu (Kep.MenKes RI No 1405/MENKES/SK/XI/2002)**	
				(mg/m³)	**(µg/m³)**
Rabu, 4 Oktober 2023	09.45 - 17.45	1	5,10	10	10000
Kamis, 5 Oktober 2023	09.45 - 17.46	2	4,99	10	10000
Jumat, 6 Oktober 2023	09.45 - 17.47	3	5,03	10	10000

Dari hasil analisis konsentrasi TSP Tabel 4.2 dilihat bahwa konsentrasi tertinggi TSP diperoleh pada Titik 1 dengan hasil 5,10 µg/m³, lalu Titik 2 diperoleh hasil sebesar 4,99 µg/m³ dan yang terakhir Titik 3 menghasilkan 5,03 µg/m³. Walaupun hasil pengukuran konsentrasi pada ketiga titik tergolong tinggi namun masih di bawah batas baku mutu. Gambar 4.3 menampilkan representasi grafis dari data konsentrasi TSP.



Gambar 4.3 Grafik konsentrasi TSP pada titik sampel di parkiran bawah tanah Rumah Sakit X, Yogyakarta

Berdasarkan hasil penelitian yang tercantum pada tabel dan grafik, konsentrasi TSP berbeda pada setiap titiknya. Adapun hasil konsentrasi paling tinggi ada pada titik pertama, yaitu pintu masuk parkiran bawah tanah Rumah Sakit X, Yogyakarta. Berdasarkan pengamatan subjetif penulis titik pertama pengambilan sampel memiliki konsentrasi paling besar dikarenakan pintu masuk parkiran bawah tanah bersentuhan langsung dengan udara luar ruangan yang merupakan jalan raya tempat kendaraan bermotor berlalu lalang, lalu sejumlah kendaraan masuk kedalam parkiran dan melakukan antri untuk memposisikan kendaraanya. Melalui pengamatan juga debu yang menempel pada roda kendaraan memungkinkan tersebar keudara. *Total Suspended Solid* (TSP) berasal dari tanah kering yang menempel pada kendaraan dan komponen atau mesin kendaraan, seperti rem dan air cleaner (Lestari dkk., 2017). Konsentrasi TSP di ruang parkir bawah tanah Rumah Sakit X, Yogyakarta tergolong aman karena tidak ada yang melebihi baku mutu KepMenKes RI No.1405 tahun 2002 tentang

Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri dengan waktu paparan selama 8 jam yaitu sebesar 10 mg/m3 atau 10000 µg/m3. Penyebaran konsentrasi TSP dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Gambar hasil sebaran konsentrasi perhitungan TSP

Gambar 4.4 menggambarkan sebaran konsentrasi TSP pada titik pengambilan sampel satu, dua dan tiga. Dari gambar 4.4 dapat ketahui bahwa penggaris warna berisikan tingkatan konsentrasi dari tinggi ke rendah. Warna merah melambangkan konsentrasi tinggi yang terdapat pada titik satu. Hal ini selaras dengan Tabel 4.2 dan Gambar 4.3. Gradasi warna selain merah melambangkan tingkatan konsentrasi yang lebih rendah. Berdasarkan gambar titik dua dan tiga sebaran konsentrasi berada diwarna ungu muda dan hijau. Berbanding lurus dengan Tabel 4.2 dan Gambar 4.3 bahwa konsentrasi pada titik dua dan tiga lebih rendah dibandingkan titik pertama.

4.2.2 Pengukuran Konsentrasi Pb

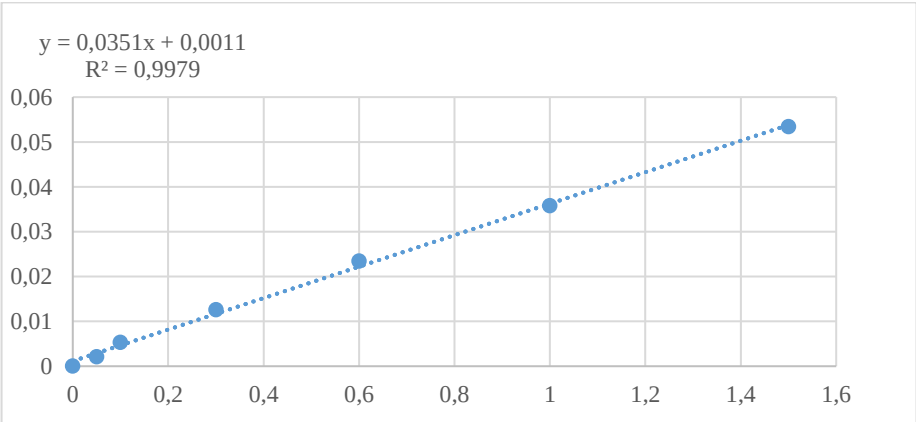
Konsentrasi Timbal (Pb) diketahui dengan cara mendestruksi kertas filter Wattman 42 menggunakan metode AAS dengan cara destruksi basah. Sampel yang di dapatkan berdasarkan pengambilan sampel dengan alat LVAS. Destruksi basah dilakukan sesuai SNI 19-7119.4 tahun 2005 tentang Cara Uji Kadar Timbal (Pb) dengan Metoda Destruksi Cara Basah Menggunakan Spektrofotometer

Serapan Atom Nyala. Berikut merupakan hasil pengukuran Pb di parkiran bawah tanah Rumah Sakit X, Yogyakarta dalam Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil pengukuran Pb di parkiran bawah tanah Rumah Sakit X, Yogyakarta

Titik Sampling	Konsentrasi Pb (µg/m³)	Baku mutu (mg/m³)	Baku mutu (µg/m³)
1	0,04	0,0015	1,5
2	0,01	0,0015	1,5
3	0,01	0,0015	1,5

Hasil konsentrasi Pb tabel di atas memperlihatkan bahwa dari ke tiga titik sampling pada Rumah Sakit X, Yogyakarta tidak ada yang melebihi baku mutu. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan baku mutu Pb (timbal) sebesar 1,5 µg/m^3. Pada titik 1 konsentrasi Pb sebesar 0,04 µg/m^3, titik 2 sebesar 0,01 µg/m^3 dan titik 3 sebesar 0,01 µg/m^3. Pengujian kurva kalibrasi dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Gambar Kurva Kalibrasi Pengujian Pb

Berdasarkan Gambar 4.5 disebutkan sumbu – X melambangkan nilai *absorbansi* (abs) dan sumbu – Y melambangkan nilai konsentrasi (C). Kurva kalibrasi merupakan kurva yang menggabungkan antara absorbansi dengan konsentrasi

standar. Selanjutnya, kurva kalibrasi ini digunakan untuk menggambarkan secara grafis absorbansi yang dihasilkan oleh larutan sampel. Setelah absorbansi larutan sampel diperoleh, konsentrasinya ditentukan menggunakan rumus regresi linier yang diperoleh dari kurva kalibrasi (Robby dkk., 2020).

Adsorpsi logam Pb pada material ditentukan dengan persamaan regresi linier berikut:

$$\mathbf{y} = \boldsymbol{ax} + \boldsymbol{b}$$

Keterangan :

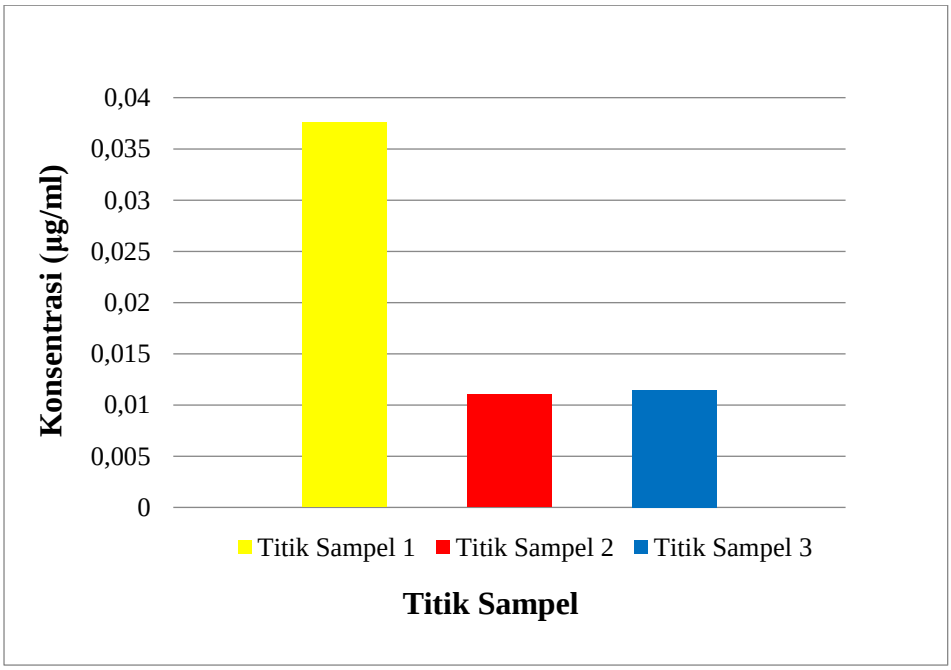
y = Absorban larutan sampel

x = Konsentrasi larutan sampel

a = Slope

b = Intercept

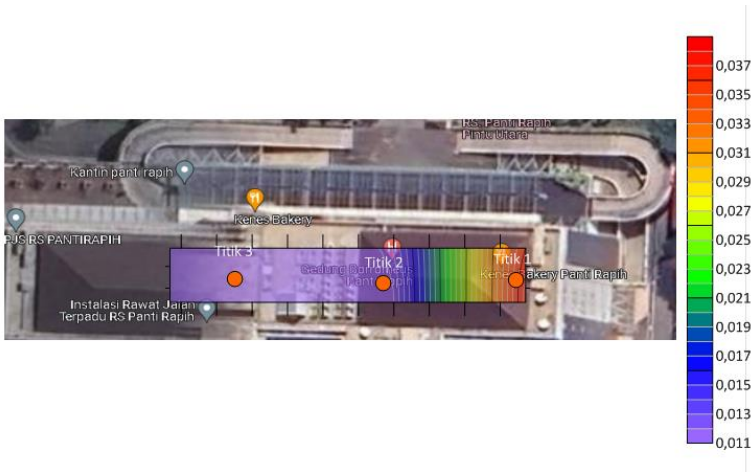
Grafik hasil pengukuran Pb dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Grafik hasil pengukuran Pb pada titik pengambilan sampel di parkiran bawah tanah Rumah Sakit X, Yogyakarta

Lokasi pertama memiliki konsentrasi Pb yang lebih tinggi dibandingkan dengan lokasi lainnya karena adanya pengaruh angin di sekitarnya yang

menyebabkan asap yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor yang mengantre di tempat parkir terkumpul di lokasi tersebut. Saat mengantre di tempat parkir, sebagian besar kendaraan bermotor mengeluarkan emisi kendaraan berupa asap hitam dari knalpot akibat kerusakan mesin. Keberadaan timbal (Pb) di udara dapat disebabkan oleh pembakaran yang tidak sempurna, yaitu dari emisi partikel-partikel kecil yang terdapat pada knalpot kendaraan bermotor (Anisah., 2022). Konsentrasi terendah Pb pada titik kedua dikarenakan pada titik tersebut jarang ada kendaraan bermotor lewat kecuali mengarah ke jalur keluar dan sejauh pengamatan pada titik kedua tidak mengalami kemacetan. Konsentrasi timbal yang terdapat pada parkiran bawah tanah Rumah Sakit X, Yogyakarta dapat dipengaruhi beberapa faktor yaitu adanya lalu lalang kendaraan dalam jalur parkiran dan juga letak pintu masuk parkiran dekat jalan raya sehingga udara luar dari jalan raya masuk ke parkiran bawah tanah Rumah Sakit X, Yogyakarta. Penyebaran konsentrasi Pb dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Gambar hasil sebaran konsentrasi perhitungan Pb

Gambar 4.7 menggambarkan sebaran konsentrasi Pb pada titik pengambilan sampel satu, dua dan tiga. Dari gambar 4.7 dapat ketahui bahwa penggaris warna berisikan tingkatan konsentrasi dari tinggi ke rendah. Warna merah melambangkan konsentrasi tinggi yang terdapat pada titik satu. Hal ini selaras dengan Tabel 4.3 dan Gambar 4.6. Gradasi warna selain merah melambangkan

tingkatan konsentrasi yang lebih rendah. Berdasarkan gambar titik dua dan tiga sebaran konsentrasi berada diwarna ungu dan ungu muda. Berbanding lurus dengan Tabel 4.3 dan Gambar 4.6 bahwa konsentrasi pada titik dua dan tiga lebih rendah dibandingkan titik pertama.

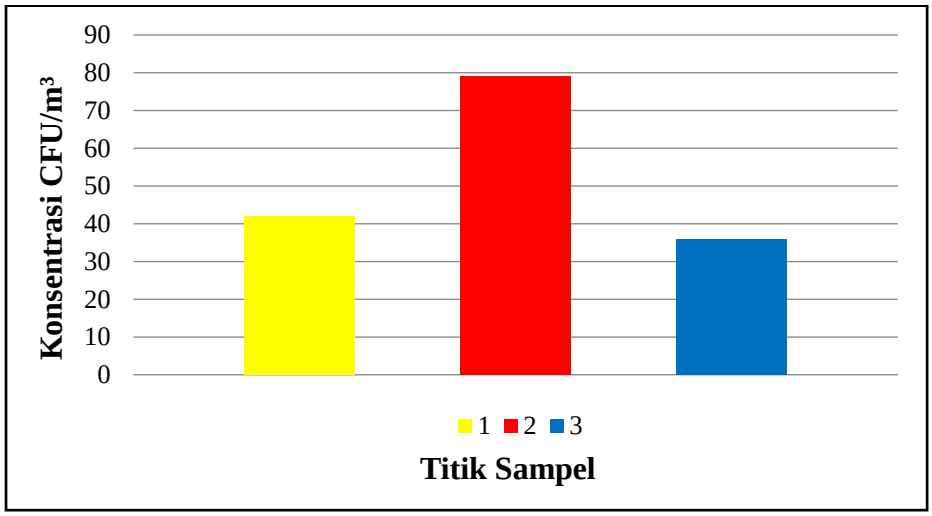
4.2.3 Pengukuran Konsentrasi Angka Kuman

Pengambilan sampel angka kuman memakai alat *Microbiological Air Sampler* (MAS) dilakukan pada waktu yang sama saat pengambilan sampel parameter yang lain. Hasil konsentrasi angka kuman dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil pengambilan data angka kuman di parkiran bawah tanah Rumah Sakit X, Yogyakarta

Titik Sampel	Hasil Pengukuran (CFU/m^3)	NAB (CFU/m^3)
1	42	700
2	79	700
3	36	700

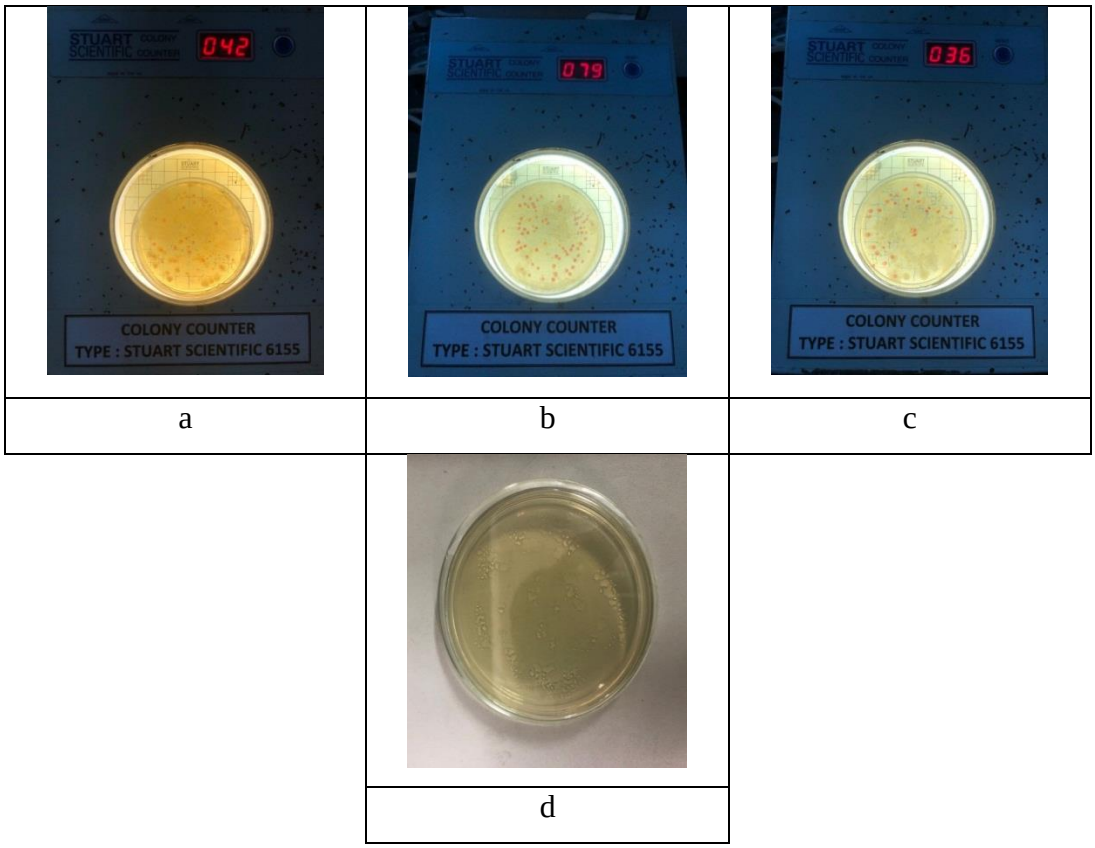
Data dari pengukuran kuman di udara dikumpulkan melalui pengukuran langsung, khususnya memanfaatkan media Plate Count Agar (PCA) dan dihitung menggunakan Colony Counter. Dari hasil pengukuran yang sudah dilakukan pada Laboratorium Bioteknologi Teknik Lingkungan FTSP UII, berdasarkan PerMenKes nomor 2 tahun 2023 menunjukan bahwa titik pertama, kedua dan ketiga memenuhi syarat dibawah nilai ambang batas yaitu 700 CFU/m^3. Hasil perhitungan jumlah angka kuman dalam bentuk grafik dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Grafik jumlah angka kuman pada titik sampel di parkiran bawah tanah Rumah Sakit X, Yogyakarta

Adapun hasil penelitian yang sudah dilakukan bahwa titik kedua mempunyai jumlah bakteri lebih banyak dibandingkan dua titik lainya. Hasil ini menunjukan bahwa suhu berbanding lurus dengan jumlah kuman. Hasil ini dikarenakan titik kedua memiliki kecepatan angin yang lebih besar dari pada dua titik lainya. Tepat pada titik kedua memiliki ventilasi mekanis berupa *fan* yang menyebabkan suhu lebih rendah dari pada kedua titik lainya. Penggunaan ventilasi mekanisme yang jarang dibersihkan juga dapat menyebabkan mikroorganisme untuk berkembang biak. Angka kuman juga dipengaruhi oleh suhu dan kelembapan. Suhu dan kelembapan memiliki peran penting di rumah sakit, baik di dalam maupun di luar ruangan (Ichwanulhadi, 2020). Suhu dapat memengaruhi mikroorganisme dalam dua cara: pertama, peningkatan suhu menyebabkan penurunan laju metabolisme, dan kedua, memperlambat pertumbuhannya. Mikroorganisme memiliki ketahanan yang lebih tinggi terhadap suhu rendah karena terhambatnya perkembangan dan pembelahan sel, sehingga sel bakteri dapat bertahan hidup dalam waktu lama pada suhu sekitar ±3°C. (Mahdi, 2013). Suhu tinggi akan berpasangan dengan kelembapan yang rendah sedangkan sebaliknya, suhu rendah berpasangan dengan kelembapan yang tinggi.

Meningkatnya tingkat kelembapan berkorelasi dengan meningkatnya jumlah kuman. Udara lembap dapat memengaruhi perkembangbiakan mikroorganisme di udara seperti spiroket, rickettsia, dan virus yang berpotensi menyebabkan penyakit nosokomial (Susilawati, 2021). Hasil perhitungan menggunakan *Colony Counter* dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Hasil perhitungan angka kuman menggunakan *colony counter* pada titik pengambilan sampel titik pertama (a), titik kedua (b), titik ketiga (c) dan PCA kontrol (d).

Gambar 4.9 menggambarkan hasil perhitungan dengan *colony counter* pada titik pengambilan sampel satu, dua dan tiga. Dari Gambar 4.9 ketahui hasil berbanding lurus dengan Tabel 4.4 dan Gambar 4.8. Penyebaran jumlah Angka Kuman dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Gambar hasil sebaran konsentrasi perhitungan angka kuman

Gambar 4.10 menggambarkan sebaran jumlah angka kuman pada titik pengambilan sampel satu, dua dan tiga. Dari gambar 4.10 dapat ketahui bahwa penggaris warna berisikan tingkatan konsentrasi dari tinggi ke rendah. Warna merah melambangkan konsentrasi tinggi yang terdapat pada titik dua. Hal ini selaras dengan Tabel 4.4, Gambar 4.8 dan 4.9. Gradasi warna selain merah melambangkan tingkatan konsentrasi yang lebih rendah. Berdasarkan gambar titik satu dan tiga sebaran konsentrasi berada diwarna ungu dan ungu muda. Berbanding lurus dengan Tabel 4.4 bahwa konsentrasi pada titik satu dan tiga lebih rendah dibandingkan titik kedua.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini dilakukan pada parkiran bawah tanah Rumah Sakit X, Yogyakarta dikarenakan rumah sakit ini merupakan rumah sakit besar di Kota Yogyakarta. Penelitian ini memberikan hasil yang dapat disimpulkan :

1. Hasil pengukuran TSP bertempat pada ruang parkir bawah tanah Rumah Sakit X, Yogyakarta menghasilkan di titik pengukuran ke–1 sebesar 5,10 μg/m³, titik ke–2 mendapatkan hasil sebesar 4,99 μg/m³ lalu titik ke–3 menghasilkan sebesar 5,03 μg/m³. Untuk hasil konsentrasi TSP yang terdapat di lokasi tergolong baik sebab konsentrasi TSP tidak melebihi baku mutu yang tertera pada KepMenKes RI No.1405 Tahun 2002 Tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri yaitu baku mutu untuk kandungan debu total sebesar 10000 μg/m^3 atau 10 mg/m³. Hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Kualitas Udara Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP), Universitas Islam Indonesia (UII) menunjukkan bahwa konsentrasi Pb yang terkandung di ruang parkir bawah tanah Rumah Sakit X, Yogyakarta pada titik pertama sebesar 0,04 μg/m^3, titik kedua sebesar 0,01 μg/m^3 dan titik ketiga sebesar 0,01 μg/m^3. Hasil konsentrasi yang diperoleh tidak ada yang melebihi baku mutu yaitu sebesar 1,5 μg/m^3 dan 0,0015 mg/m^3.
2. Hasil pengukuran angka kuman pada ruang parkir bawah tanah Rumah Sakit X, Yogyakarta menghasilkan di titik pengukuran ke–1 sebesar 42 CFU/m³, titik ke–2 mendapatkan hasil sebesar 79 CFU/m³ lalu titik ke–3 menghasilkan sebesar 36 CFU/m³. Berdasarkan dengan hasil penelitian, kualitas udara pada lokasi penelitian memiliki kualitas yang baik. Angka kuman memiliki NAB sebesar 700 CFU/m^3 seperti tercantum pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia

Nomor 2 tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan. Sebuah ruangan dapat dinilai layak salah satunya dinilai dari segi pertumbuhan mikroba.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian penulis memberi saran seperti dalam uraian berikut :

1. Untuk penelitian selanjutnya dapat menambah jumlah frekuensi pengukuran titik sampling dan menambahkan parameter gas dalam penelitian.
2. Penelitian ini dapat berfungsi sebagai sumber yang berharga untuk menentukan konsentrasi udara di lingkungan tertutup.
3. Melakukan pengecekan kualitas udara per semester guna *controling* dan menjaga kualitas yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

Af'idah, N. (2012). **Analisis Hubungan Konsentrasi Total Suspended Particulate (Tsp) Di Dalam Dan Di Luar Ruangan Dan Faktor-Faktor Yang Berhubungan (Studi Kasus : Pt. Japfa So Good Food Sidoarjo)**. *Journal Of Chemical Information And Modeling*, 53(9), 1689–1699. Http://Dx.Doi.Org/10.1016/J.Tws.2012.02.007.

Agus, G. S., & Budi H. H. (2007). **Pengukuran Partikel Udara Ambien (Tsp, Pm10, Pm2,5) Di Sekitar Calon Lokasi Pltn Semenanjung Lemahabang**. Pusat Teknologi Limbah Radioaktif-Batan.

Alias, M., Hamzah, Z., & Kenn, L. S. (2007). **Pm 10 And Total Suspended Particulates (Tsp) Measurements In Various Power Stations**. *The Malaysian Journal Of Analytical Sciences*, 11(1), 255–261.

Allbowaghis Di-Gandra, K. (2018). **Sistem Pengontrol Dan Pemonitor Kualitas Udara Pada Lahan Parkir Bawah Tanah (Basement)**. Universitas Telkom, S1 Teknik Elektro. Bandung.

Al Anshari, M. M., & Santoso, R. I. B. (2017). **Analisis Pengaruh Faktor Meteorologi Dan Unsur Ruang Terhadap Nilai Reduksi Sulfur Dioksida Udara Ambien Di Kota Surabaya**. *Jurnal Teknik ITS*, Vol. 6, No. 2 (2017).

Anisah, Y. (2022). **Analisis Kualitas Udara Bengkel Mobil Resmi X Dengan Parameter Pb, Tsp, Dan Pm10**.

Arsana, I. M. J., Redi Aryanta, I. W., & Sudana, I. B. (2015). **Kajian Kualitas Lingkungan Kerja Dan Penerapan Standar Operasional Prosedur Bengkel Servis Kendaraan Terhadap Kesehatan Pekerja Mekanik Sepeda Motor Di Kota Denpasar**. *Ecotrophic : Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal Of Environmental Science)*, 9(2), 64. Https://Doi.Org/10.24843/Ejes.2015.V09.I02.P11.

A. Persily, “**Indoor Carbon Dioxide Concentrations In Ventilation And Indoor Air Quality Standards**,”. P. 8.

Astuti, S. K. (2010). **Analisis Pembebanan Pencemaran Udara Akibat Emisi Kendaraan Bermotor Pada Parkir Basement (Studi Kasus: Mall X)**. 83.

Annisa, A. A. S., & Octavya, P. E. (2013). **Analisis Kualitas Tsp Dan Pb Dalam Ruang Pada Perparkiran Basement Dan Upper Ground (Studi Kasus Mall X, Semarang)**.

Badan Meteorologi, Klimatologi Dan Geofisika (Bmkg) Provisni Nusa Tenggara Barat. (2022).

Berliana. (2016). **Analisa Bakteri Udara Sebagai Upaya Pemantauan Dan Pencegahan Infeksi Nosokomial Di Rumah Sakit**. *Jurnal Husada Mahakam*, Volume IV No.3, Nov 2016, Hal 141-150.

Budiyono, A. (2010). **Pencemaran Udara : Dampak Pencemaran Udara Pada Lingkungan. Dirgantara**. 2(1), 21–27.

Budiyanto, E. (2005). **Pemetaan Kontur Dan Pemodelan Spasial 3 Dimensi Menggunakan Surfer**. Andi Offset.Yogyakarta.

Cahyatri, R. C., & J. Mukono. (2013). **Hubungan Kualitas Udara Dalam Ruang Dengan Keluhan Penghuni Lembaga Pemasyarakatan Kelas Iia Kabupaten Sidoarjo**. Departemen Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, Vol. 7, No. 1(6): 21–25.

Cahyana, B. (2019). **Area Parkir Basement Panti Rapih Dibuka Untuk Pengunjung Mulai Senin Depan**. Harian Jogja, 19 Maret 2019.

Chairunnisa, A., Subarno., Emi Erawati. (2022). **Studi Angka Kuman Udara Di Instalasi Bedah Sentral (Ibs) Rsud Dr. Moewardi**. *Prosiding Seminar Nasional Unimus*, Vol 5 2022.

Clara, L. R., Odi, P., & Sri, S. M. (2019). **Pemeriksaan Angka Kuman Udara Di Ruang Rawat Inap Rumah Sakit Umum Gmim Pancaran Kasih Manado**. *Jurnal Kesmas*, Vol. 8 No. 1, Januari 2019., *Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sam Ratulangi

Daria, B. R. Ginting. (2022). **Pengaruh Suhu, Kelembaban Dan Kecepatan Angin Air Conditioner (Ac) Terhadap Jumlah Angka Kuman Udara Ruangan**.

Dinas Perhubungan DIY. (2021). **Transportasi Dalam Angka 2021. Yogyakarta: Dinas Perhubungan DIY**.

Dipa, P. (2018). **Analisis Pengaruh Tekanan Udara, Kelembaban Udara Dan Suhu Udar Terhadap Tingkat Curah Hujan Di Kota Semarang**. Jurusan Matematika, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, 15 (53).

Dwi Hariyo. (2020). **Pengaruh Angka Kuman Udara Di Dalam Rumah Terhadap Kejadian Tuberkulosis Paru Di Puskesmas Balongsari Surabaya**.

Endrinaldi., & Asterina. (2014). **Pengaruh Timbal (Pb) Terhadap Kadar Mda Serum Tikus Putih Jantan**. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 3(3).

Erna Handayani. (2020). **Analisis Risiko Mikrobiologi Udara Dalam Ruang Pada Puskesmas Di Kota Semarang Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro Semarang**. Hal 45.

Ernada, S., Ibrahim, S. M., Hidayat, E. Y., Rohmadhani, M., & Radianto, D. O. (2023). **Pengukuran Dan Evaluasi Ventilasi Udara Berdasarkan Sni Pada Laboratorium Motor Bakar Instansi Pendidikan Di Surabaya**. *Journal Of Student Research (Jsr)*, Vol.1, No.4 Juli 2023.

Erick, Y., & Stella, M. C. (2021). **Apa Itu Hygrometer ? Jenis, Fungsi, Bagian Dan Cara Kerjanya**. Https://Stellamariscollege.Org/Hygrometer/

Fadholi, A. (2013). **Pemanfaatan Suhu Udara Dan Kelembaban Udara Dalam Persamaan Regresi Untuk Simulasi Prediksi Total Hujan Bulanan Di Pangkalpinang**. *Cauchy: Jurnal Matematika Murni Dan Aplikasi*, 3(1), 1–9. Https://Doi.Org/10.18860/Ca.V3i1.2565

Ferian, A., Nawanto, B. S., & Khoirol, I. F. (2020). **Studi Karakteristik Parameter Meteorologi Dan Gelombang Untuk Operasi Amfibi Di Perairan Singkawang Kalimantan Barat**.

Firdaus., & M. Ervan. (2020). **Laporan Praktikum Pengenalan Software 2, Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Matematika Dan Ilmu Alam, Universitas Sriwijaya**.

Ginting, D. B. R., Imam, S., & Sri, I. T. (2022). **Pengaruh Suhu, Kelembaban Dan Kecepatan Angin Air Conditioner (Ac) Terhadap Jumlah Angka Kuman Udara Ruangan**. *Jurnal Analis Kesehatan*, Volume 11, Nomor 1, Juni 2022.

Gunaprawira, K. M., Sutandi, T., & Kunci, K. (2021). **Analisis Konsentrasi Pm10 Dan Pm2 . 5 Pada Moda Transportasi Kereta Api, Bus, Angkutan Kota, Mobil Baru, Dan Mobil Lama**. 4–5.

Gusnita, D. (2012). **Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) Di Udara Dan Upaya Penghapusan Bensin Bertimbal. Berita Dirgantara**. 13(3), 95–101.

Gustiara, A., Alion, M., & Fahdiran, R. (2019). **Gas Buang Kendaraan Bermotor Dengan Teknik Laser-Induced Breakdown Spectroscopy (Libs)**. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Jurnal) Snf2019*, Viii(Desember), 161–166.

Hanif, S., Indra, C., & Ery, D. (2020). **Analisis Kualitas Udara Dalam Ruangan Pada Kantor Terbuka Di Universitas Telkom**.

Husna, Z. H. (2022). **Analisis Kadar Pm 10, Pm 2,5, Tsp Dan Pb Dalam Ruang (Studi Kasus: Bengkel Sabel Motor, Yogyakarta)**.

Ichwanulhadi, M. (2020). **Praktik Peningkatan Mutu Penggunaan Aplikasi Berbasis Android Dan Website Untuk Monitoring**. *Journal Of Hospital Accreditation*, 2(1), 26–29. Http://Jha.Mutupelayanankesehatan.Net/Index.Php/Jha/Article/View/9

Ismiyati., Marlita, D., & Saidah, D. (2014). **Pencemaran Udara Akibat Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor.** *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik (Jmtranslog)*, 01(03), 241–248.

Joko Winarno. (2017). **Studi Emisi Gas Buang Kendaraan Bermesin Bensin Pada Berbagai Merk Kendaraan Dan Tahun Pembuatan**.

Kahar., Mimin Karmini., Ade Kamaludin. (2022). **Ekstrak Lidah Mertua (Sansevieria Sp.) Efektif Dalam Mereduksi Volatile Organic Compound (Voc) Benzena Dalam Ruang**. Volume 19, No. 1, Januari 2022; Page: 1-6.

Kristanto, Ga., Sumabrata, J., & Astuti, Sk. (2013). **Analisis Kualitas Udara Di Ruang Parkir Bawah Tanah Dan Pengaruhnya Terhadap Pengguna**. *Jurnal Sains Dan Teknologi Lingkungan*, Vol 5, No 2, Juni 2013, 117 – 126.

Kurniawan Sy., Ariami P., & Rohmi. (2023). **Si Pinter Sebagai Alat Penghitung Koloni Bakteri Penunjang Laboratorium Mikrobiologi**. *Jurnal Biotek*, Volume 11 Nomor 1 Juni 2023.

Lestari, M., Purba, I. G., & Camelia, A. (2017). **Health Risk Assessment In Bengkel Auto** 2000. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, 8(3), 145–159. Https://Doi.Org/10.26553/Jikm.2017.8.3.145-159

Mahdi Abrar. (2013). **Pengembangan Model Untuk Memprediksi Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Laju Pertumbuhan Bakteri Pada Susu Segar**. *Jurnal Medika Veterinaria*.

Mayangsari, A., Zulkarnain., & Angrina, S. (2020). **Analisis Lingkungan Fisik Udara Terhadap Angka Kuman Udara Di Rumah Sakit**. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 13(1), 81– 89.

Mulasari S., Sukesi Tw., & Astuti Fd. (2022). **Petunjuk Praktikum Biomedik 2**. Laboratorium Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Ahmad Dahlan Fm-Uad-Pbm-11-05/R0.

Octavia, A., & Wantini, S. (2018). **Perbandingan Pertumbuhan Jamur Aspergillus Flavus Pada Media Pda (Potato Dextrose Agar) Dan**

Media Alternatif Singkong (Manihot Esculenta Crantz). *Jurnal Analis Kesehatan*, 6.2, 625-631.

Oktaviani, E. (2018). **Paparan Particulate Matter (Pm 10) Dan Total Suspended Particulate (Tsp) Di Trotoar**.

Prilila, G. F., Wardhana, I. W., & Sutrisno, E. (2016). **Estimasi Sebaran Dan Analisis Risiko Tsp Dan Pb Di Terminal Bis Terhadap Kesehatan Pengguna Terminal**. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 5(4), 1–12.

Robby, C. P., Annisa,P., & Fitri,Y. (2020). **Uji Adsorben Limbah Kulit Singkong Terhadap Ion Logam Pb (Timbal) Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom**. *Jurnal Analis Farmasi*, 5, 2 (10), 130.

Sahri, M., & Hutapea, O. (2019). **Penilaian Kualitas Udara Ruang Pada Gedung Perkantoran Di Kota Surabaya,** *Journal Of Industrial Hygiene And Occupational Health*, Vol. 4, No. 1, Oktober 2019.

Seprianto, S. M., & Sainab, S. (2015). **Studi Kadar Co Udara & Kadar Cohb Darah Karyawan Mekanik Otomotif Bengkel Perawatan & Perbaikan**. *Jurnal Bionature*, 16(1), 49–53.

Siswantoro., Lagiyono., & Siswiyanti. (2016). **Analisa Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor 4 Tak Berbahan Bakar Campuran Premium Dengan Variasi Penambahan Zat Aditif**.

Sumabrata, J., Astuti, Sk., & Kristanto, Ga. (2013). **Analisis Kualitas Udara Di Ruang Parkir Bawah Tanah Dan Pengaruhnya Terhadap Pengguna**. *Jurnal Sains Dan Teknologi Lingkungan*, Vol 5, No 2, Juni 2013, 117 – 126.

Susilawati, Ilham, & Guspianto. (2021). **Pengaruh Kualitas Lingkungan Fisik Udara Terhadap Angka Kuman Di Rumah Sakit**.

Sutrisno, A. M., Huboyo, H. S., & Sutrisno, E. (2016). **Kajian Prediksi Beban Emisi Pencemar Udara (Tsp, Nox, So2, Hc, Dan Co) Dan Gas Rumah Kaca (Co2, Ch4, Dan N2O) Sektor Transportasi Darat Di Kota Surakarta Dengan Metode Top Down Dan Bottom Up**. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 5 (1), 1–10.

Soewarno. (2000). **Hidrologi Operasional Jilid 1**. *Jakarta : Pt. Pradnya Paramita*.

Standar Nasional Indonesia (Sni) 19-7119.4-2017 **Bagian 4: Cara Uji Kadar Timbal (Pb) Dengan Metoda Destruksi Cara Basah Menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom Nyala**.

Swarinoto, Y. S., & Sugiyono. (2011). **Pemanfaatan Suhu Udara Dan Kelembaban Udara Dalam Persamaan Regresi Untuk Simulasi Prediksi Total Hujan Bulanan Di Bandar Lampung**. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 12(3):271-281.

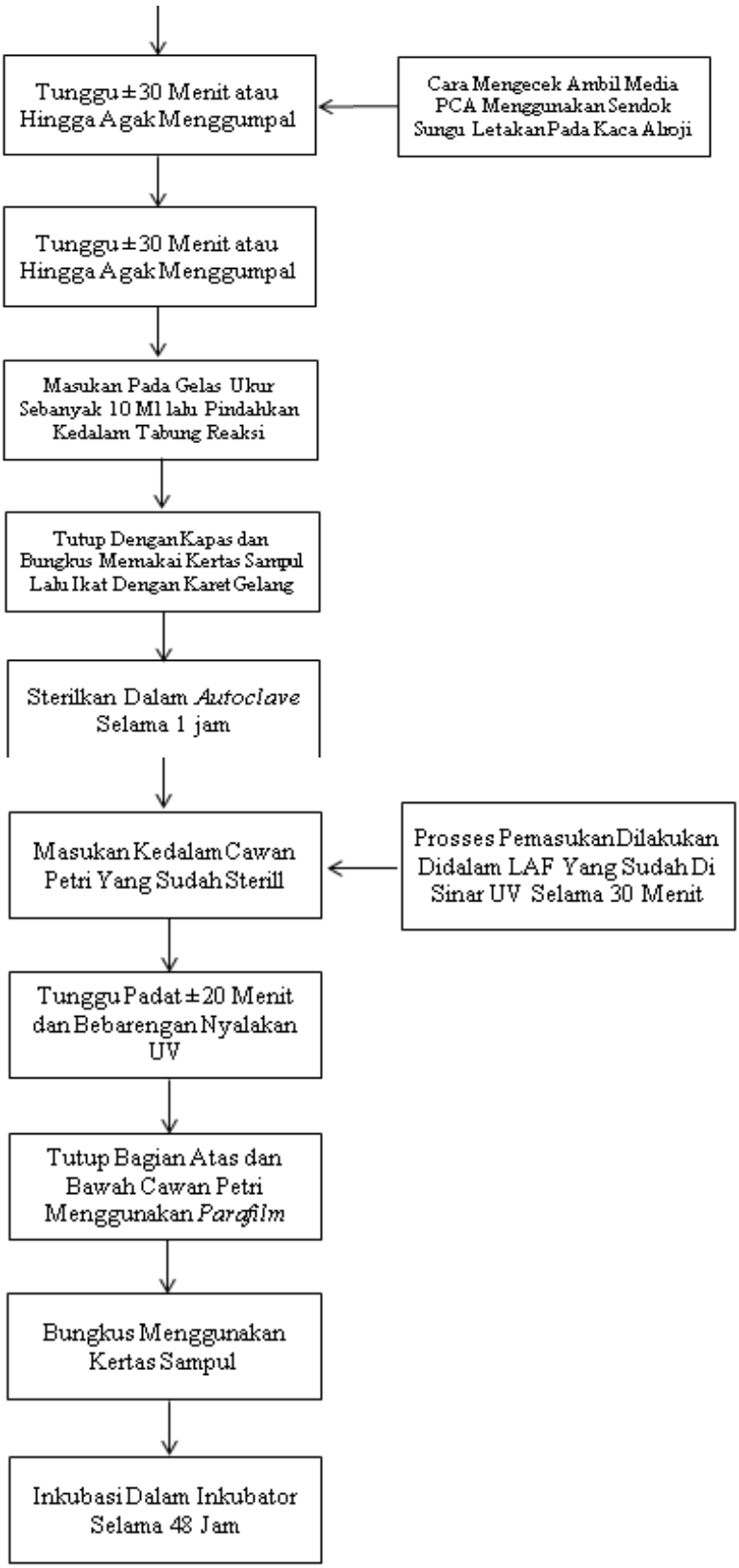
Tayyib, M., & Winahju, W. S. (2014). **Pemodelan Kecepatan Angin Di Perairan Pulau Bawean Dengan Menggunakan Fungsi Transfer**. *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*, Vol. 3, No. 2, (2014).

Turyanti, A. (2011). "**Analisis Pengaruh Faktor Meteorologi Terhadap Konsentrasi Pm10 Menggunakan Regresi Linier Berganda**. *Journal Agromet*, 25(1), 24–28.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Pembuatan Media *Plate Count Agar* (PCA)




Tunggu ± 30 Menit atau Hingga Agak Menggumpal
Cara Mengecek Ambil Media PCA Menggunakan Sendok Sungu Letakan Pada Kaca Aboji
Tunggu ± 30 Menit atau Hingga Agak Menggumpal
Masukan Pada Gelas Ukur Sebanyak 10 Ml lalu Pindahkan Kedalam Tabung Reaksi
Tutup Dengan Kapas dan Bungkus Memakai Kertas Sampul Lalu Ikat Dengan Karet Gelang
Sterilkan Dalam *Autoclave* Selama 1 jam
Masukan Kedalam Cawan Petri Yang Sudah Sterill
Prosses Pemasukan Dilakukan Didalam LAF Yang Sudah Di Sinar UV Selama 30 Menit
Tunggu Padat ± 20 Menit dan Bebarengan Nyalakan UV
Tutup Bagian Atas dan Bawah Cawan Petri Menggunakan *Parafilm*
Bungkus Menggunakan Kertas Sampul
Inkubasi Dalam Inkubator Selama 48 Jam

Lampiran 2. Prosedur Kerja LVAS

Langkah-langkah prosedur penggunaan LVAS, mulai dari persiapan, pengambilan sampel uji, penimbangan kertas filter, hingga perhitungan, dapat dijalankan dengan langkah-langkah berikut:

1. Kertas filter yang akan digunakan harus ditempatkan dalam desikator selama 24 jam untuk mencapai kondisi stabil.
2. Setelah proses desikator selama 24 jam, kertas filter harus ditimbang minimal tiga kali untuk memastikan berat yang konstan. Catat berat filter blanko dan filter contoh sebagai B1 (mg) dan W1 (mg), dengan keduanya ditempatkan dalam holder, sementara filter blanko dimasukkan ke dalam wadah penyimpanan.
3. Filter contoh dimasukkan ke dalam alat Low Volume Air Sampler (LVAS) menggunakan pinset dan ditutup bagian atas holder.
4. Pompa penghisap udara dikalibrasi dengan laju aliran udara 10 L/menit menggunakan flowmeter.
5. LVAS dihubungkan ke pompa penghisap udara menggunakan selang silikon atau teflon.
6. LVAS ditempatkan pada titik pengukuran dengan menggunakan tripod pada ketinggian yang sesuai dengan zona pernapasan manusia dewasa.
7. Pompa penghisap udara diaktifkan untuk memulai pengambilan sampel uji dengan laju aliran udara sebesar 10 L/menit.
8. Durasi pengambilan sampel uji dapat disesuaikan dengan kebutuhan, tujuan, dan kondisi lokasi, berkisar antara beberapa menit hingga satu jam.
9. Pengambilan sampel dilakukan selama 8 jam kerja per titik pengambilan sampel.
10. Setelah selesai pengambilan sampel, bagian luar holder dibersihkan untuk mencegah kontaminasi.
11. Filter dipindahkan ke keset filter menggunakan pinset dan dimasukkan ke dalam desikator selama 24 jam.

12. Filter blanko digunakan sebagai pembanding, dan baik filter blanko maupun filter contoh ditimbang dengan timbangan analitik yang sama sebelum pengambilan sampel uji. Catat berat keduanya sebagai B_2 (mg) dan W_2 (mg).
13. Catat hasil penimbangan berat filter blanko dan filter contoh sebelum pengukuran.
14. Kadar debu atau partikulat dihitung menggunakan persamaan yang ditentukan

$$C = \frac{(W_2 - W_1) - (B_2 - B_1)}{V} mg/l$$

Keterangan : C : Kadar debu total (mg/l)

W_2 : Berat filter contoh setelah pengambilan contoh (mg)

W_1 : Berat filter contoh sebelum pengambilan contoh (mg)

B_2 : Berat filter blanko setelah pengambilan contoh (mg)

B_1 : Berat filter blanko sebelum pengambilan contoh

V : Volume udara pada waktu pengambilan contoh

Lampiran 3. Prosedur Kerja MAS

Langkah-langkah prosedur penggunaan MAS, persiapan dan pengambilan sampel uji, dapat dijalankan dengan langkah-langkah berikut:

1. Letakan MAS pada titik pengambilan sampel menggunakan tripod, setinggi zona pernapasan manusia dewasa.
2. Bersihkan MAS menggunakan alkohol 70% dengan menggenakan tisu.
3. Nyalakan MAS dengan menghubungkan kabel ke stop kontak.
4. Buka penutup bagian atas MAS untuk meletakan media.
5. Letakan media PCA yang sudah ada didalam cawan petri ke bagian atas MAS.
6. Atur volume MAS menjadi 1000 ml.
7. Nyalakan dan biarkan menghisap ± selama 10 menit atau sampai 1000ml.
8. Ambil media PCA tutup dengan parafilm dan letakan pada wadah tertutup.

Lampiran 4. Prosedur Kerja *Colony Counter*

Langkah-langkah prosedur penggunaan *Colony Counter*, persiapan dan perhitungan sampel uji, dapat dijalankan dengan langkah-langkah berikut:

1. Sambungkan kabel ke stop kontak lalu nyalakan *colony counter* tombol dengan menekan *on.*
2. Letakan media PCA yang sudah di inkubasi pada bagian kaca *colony counter*.
3. Tekan tombol reset untuk memastikan perhitungan mulai dari nol.
4. Tekan di permukaan cawan petri dengan spidol pada bagian yang terdapat *contaminan.*
5. Setiap 1x tekan akan menghasilkan 1 digit dilayar hasil.

Lampiran 5. Balasan Surat Uji Etik

RUMAH SAKIT PANTI RAPIH
KOMITE ETIK DAN HUKUM
Jln. Cik Di Tiro 30 - Yogyakarta 55223 Telp. 0274 – 562233, 562233, 563333

KOMITE ETIK DAN HUKUM
RUMAH SAKIT PANTI RAPIH

KETERANGAN KELAYAKAN ETIK

No. 96/SKEPK-KKE/VII/2023

Protokol etik penelitian yang diusulkan oleh:

Peneliti Utama	:	Rizqy Adam Sambodo
Kualifikasi Peneliti	:	Mahasiswa S1
Institusi	:	Universitas Islam Indonesia
Judul/Topik	:	Analisis Kualitas Udara Dalam Ruang Konsentrasi $PM_{2,5}$, PM_{10}, Pb Dan TSP (Studi Kasus : Ruang Parkir Bawah Tanah Rumah Sakit X Yogyakarta)

Dinyatakan layak etik sesuai 7 (tujuh) Standar WHO 2011, yaitu nilai sosial, nilai ilmiah, pemerataan beban dan manfaat, risiko, bujukan/eksploitasi, kerahasiaan dan privasi, serta persetujuan setelah penjelasan, yang merujuk pada pedoman dari *The Council for International Organizations of Medical Sciences* (CIOMS) 2016.
Keterangan layak etik ini berlaku selama kurun waktu tanggal 4 Juli 2023 sampai dengan tanggal 3 Juli 2024.

Yogyakarta, 4 Juli 2023

Komite Etika dan Hukum Rumah Sakit

dr. Maria Silvia Merry, M.Sc, Sp.MK
Ketua

Sub Komite Etik dan Penelitian Kesehatan

dr. Emilia Theresia, Sp.PA
Ketua

Tembusan:
Kepala Instalasi Pendidikan, Pelatihan, dan Penelitian

Lampiran 6. Balasan Surat Persetujuan Penelitian

YAYASAN PANTI RAPIH
RUMAH SAKIT PANTI RAPIH
Jalan Cik Ditiro 30 Yogyakarta 55223
Telepon : 0274 - 514014, 514845, 563333 (hunting system) Fax. : 0274 - 564583
0274 - 552118 Instalasi Gawat Darurat
0274 - 514004, 514006 Informasi / Pendaftaran
E-mail : admin@pantirapih.or.id http://www.pantirapih.or.id
TERAKREDITASI PARIPURNA KARS

4 Juli 2023

Nomor : L.1764 /RSPR/E/VII/2023
Hal : Jawaban Permohonan Izin Penelitian

Kepada
Yth.Ketua Prodi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang km 14,5 Yogyakarta 55584

Menanggapi surat nomor : 212/Ka.Prodi.TL/10/TL/V/2023 tertanggal 19 Mei 2023 tentang Izin Penelitian dan Pengambilan Data bagi mahasiswa Prodi Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia di RS Panti Rapih Yogyakarta, atas nama:

No	NPM	Nama	Judul Skripsi
1.	19513131	Rizqy Adam Sambodo	Analisis Kualitas Udara dalam Ruang Konsentrasi $PM_{2.5}$, PM_{10}, Pb dan TSP (Studi Kasus: Ruang Parkir Bawah Tanah Rumah Sakit X Yogyakarta)
2.	19513257	Muhammad Fikri Al Hajj	Analisis Kualitas Udara dalam Ruang Parameter CO, CO_2, SO_2, dan NO_2 di Basement Rumah Sakit X D.I.Yogyakarta

bersama ini kami sampaikan bahwa Rumah Sakit Panti Rapih mengizinkan permohonan Penelitian tersebut dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Data hanya untuk kepentingan karya ilmiah.
2. Wajib menjaga kerahasiaan data hasil penelitian.
3. Pengambilan data Penelitian dilakukan dengan pendampingan penyedia data.
4. Penelitian dilakukan diluar ruang lingkup data keuangan RS Panti Rapih
5. Melakukan pembayaran biaya penelitian sebesar Rp 500.000,00 / topik penelitian
6. Menyerahkan pas foto ukuran 3 x 4 = 2 lembar.
7. Wajib menyerahkan sertifikat vaksin 1,2, dan booster atau melampirkan surat hasil rapid test antigen dari RS Panti Rapih H-1 pelaksanaan penelitian.
8. Wajib menyerahkan *"naskah publikasi"* dari hasil Penelitian kepada RS. Panti Rapih.
9. Izin dapat dibatalkan sewaktu-waktu apabila pemegang izin ini tidak memenuhi ketentuan yang berlaku.
10. Rumah Sakit Panti Rapih tidak bertanggung jawab atas penyimpangan dalam penulisan karya tulis ini, yang dilakukan oleh yang bersangkutan.
11. Penelitian dapat dilaksanakan setelah yang bersangkutan melakukan koordinasi dengan Instalasi Pendidikan, Pelatihan, dan Penelitian RS Panti Rapih.

Demikian surat izin Penelitian ini kami sampaikan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Direktur SDM dan Umum

Valentina Dwi Yuli Siswanti, M.Kes

Tembusan
- Kepala Instalasi Pendidikan, Pelatihan, dan Penelitian
- Kepala Seksi Pemeliharaan Lingkungan dan Laundry

Lampiran 7. Riwayat Hidup Penulis



Rizqy Adam Sambodo, yang sering disapa dengan nama Adam, dilahirkan di Cilacap pada tanggal 15 Maret 2001. Dia adalah anak tunggal dari Bapak Ibnu Sambodo dan Ibu Susana Dewi. Adam menempuh pendidikan di SDN Sidakaya 04 Cilacap dari tahun 2007 hingga 2013. Selanjutnya, ia melanjutkan ke Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 2 Cilacap dari tahun 2013 sampai 2016, dan Sekolah Menengah Atas di SMA AL – Azhar 9 Yogyakarta dari tahun 2016 hingga 2019. Sejak tahun 2019, Adam melanjutkan pendidikan tinggi di program Sarjana (S1) di bidang Teknik Lingkungan, Fakultas Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia melalui jalur Computer Based Test (CBT). Selama menjadi mahasiswa, ia aktif dalam berbagai kegiatan akademik dan non-akademik di kampus, termasuk organisasi kelembagaan (LEM FTSP UII) dan kepanitiaan. Selain itu, Adam juga menjalani Kerja Praktek di PT. Nata Envinusa Supervisi (NEVIS) dari bulan Maret 2022 hingga Agustus 2022. Sebagai bagian dari penyelesaian pendidikan S1 di prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Adam melakukan penelitian di Rumah Sakit X di Yogyakarta.