

TA/TL/2025/2066



JURUSAN
TEKNIK LINGKUNGAN

TUGAS AKHIR

Analisis Kualitas Udara dalam Ruang Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia Parameter: TSP, Pb, dan Cr

Syifa Anisa Antari
20513214

Dosen Pembimbing:

Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T.

Azham Umar Abidin, S.K.M., M.P.H., Ph.D.

Program Studi Teknik Lingkungan Program Sarjana
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
2025



DEPARTMENT
ENVIRONMENTAL ENGINEERING

BACHELOR THESIS

Air Quality Analysis in the Civil Engineering Laboratory of the Islamic University of Indonesia Parameters: TSP, Pb, and Cr

Syifa Anisa Antari

20513214

Supervisor:

Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T.

Azham Umar Abidin, S.K.M., M.P.H., Ph.D.

Environmental Engineering Bachelor Program

Faculty of Civil Engineering and Planning

Universitas Islam Indonesia

2025

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR


Analisis Kualitas Udara dalam Ruang Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia Parameter: TSP, Pb, dan Cr

Tugas akhir ini disusun dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Program Studi Teknik Lingkungan Program Sarjana Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Syifa Anisa Antari

20513214


Tugas akhir ini telah diuji pada tanggal 7 Oktober 2025 dan disetujui oleh:



24/6 2025

Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T.


(Pembimbing 1)



21/6 2025

Azham Umar Abidin, S.K.M., M.P.H., Ph.D.

(Pembimbing 2)



Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D.

(Penguji)

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan Program Sarjana



Aoy Juliana, S.T., M.Sc. (Res. Eng.), Ph.D.

PERNYATAAN

Saya, penyusun tugas akhir ini, 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 merupakan gagasan, rumusan, dan studi 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 dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Perangkat lunak atau program komputer yang digunakan dalam tugas akhir ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya. Bukan tanggung jawab Universitas Islam Indonesia.
5. Tidak ada penggunaan kecerdasan buatan (*artificial intelligence*, AI) dalam penyusunan karya tugas akhir ini kecuali:
 - a. untuk membantu dalam kadar yang wajar (seperti membantu mengoreksi, mencari ide, dan mencari referensi), dan
 - b. tercantum dan dijelaskan perihal penggunaannya secara eksplisit di dalam karya tugas akhir ini.Implikasi dari penggunaan AI tersebut menjadi tanggung jawab saya sepenuhnya.
6. Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 21 November 2025

Yang membuat pernyataan,



Syifa Anisa Antari

20513214

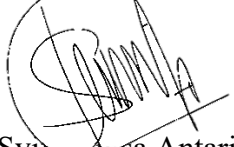
PRAKATA

Segala puji bagi Allah SWT atas berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang Berjudul “Analisis Kualitas Udara Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia Parameter: TSP, Pb, dan Cr”. Selanjutnya penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang tak terhingga kepada semua pihak yang membantu kelancaran dalam penyusunan Tugas Akhir baik berupa dukungan, bantuan, bimbingan dan nasehat kepada penulis. Untuk itu penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas rahmat, karunia dan hadiah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
2. Terima kasih kepada diri sendiri yang telah berjuang keras melewati setiap tantangan, semoga pencapaian ini menjadi tonggak awal kesuksesan.
3. Kedua orang tua penulis yaitu Bapak Efiantari, Ibu Siti Marheini Yuliani Rauf, ketiga kakak Rizky Yuniantari, Fadli Dwi Antari, Tri Septiantari, abang ipar Muhammad Ichsan dan keponakan pertama Emmeril Putra Rizsan yang telah memberikan semangat, dukungan, doa dan material serta kasih sayang kepada penulis selama ini.
4. Ibu Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir yang selalu memberikan bimbingan, bantuan, arahan, serta saran yang sangat bermanfaat dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Azham Umar Abidin S.K.M., M.P.H., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang selalu memberikan bimbingan, bantuan, arahan, serta saran yang sangat bermanfaat dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh dosen di Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan ilmu yang banyak kepada penulis.

7. Mas Heriyanto A.Md. dan Mbak Ratna Widiastuti, S. Kom. selaku bagian administrasi Program Studi Teknik Lingkungan UII yang sudah amat sangat membantu memberikan informasi – informasi selama berkuliah.
8. Seluruh dosen program studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
9. Seluruh Laboran Laboratorium Lingkungan terutama kepada Pak Iwan dan Mas Bagus di program studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
10. Seluruh Laboran Laboratorium Teknik Sipil terutama kepada Pak Daru selaku Laboran Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik dan Mas Giri selaku Laboran Laboratorium Jalan Raya.
11. Teman seperjuangan tugas akhir, Fariyah Tyana Parawansa dan Nabila Putri Zahran yang telah menemani penulis semasa penelitian dan membuat tugas akhir, terima kasih atas bantuan dalam menjalani Tugas Akhir.
12. Teman dari awal masuk kuliah yaitu Mas'udatun Nur Fadhila yang telah menjadi suport sistem dalam hal apapun.
13. Last Girls Official yaitu Fadila Purnama Putri dan Yolanda Paramitha yang telah mendengarkan keluh-kesah, menemani, membantu, dan memberi semangat kepada penulis.
14. Teman terdekat saya yaitu Ladiva Ummara Qisthi dan Tasya Putri Pratama yang telah menjadi penyemangat untuk menyelesaikan tugas akhir.
15. Kerang Waring yaitu Yumna, Kevin, dan Digma teman satu kampung halaman yang menemani saya selama di tanah perantauan.
16. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu hingga tugas akhir ini selesai dengan baik.

Sleman, 7 Oktober 2025



Syifa Anisa Antari

Analisis Kualitas Udara dalam Ruang Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia Parameter: TSP, Pb, dan Cr

Mahasiswa : Syifa Anisa Antari
NIM : 20513214
Program Studi : Teknik Lingkungan - Program Sarjana
Pembimbing : Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T.
Azham Umar Abidin, S.K.M., M.P.H., Ph.D.

Abstrak

Kualitas udara di Laboratorium Teknik Sipil dipengaruhi oleh aktivitas praktikum yang menggunakan material seperti semen, beton, aspal, agregat, dan baja, yang berpotensi menghasilkan *Total Suspended Particulate* (TSP) serta logam berat Timbal (Pb) dan Kromium (Cr). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan konsentrasi TSP, Pb, dan Cr pada saat ada dan tidak adanya aktivitas praktikum, serta mengidentifikasi persepsi risiko dan potensi dampak kesehatan pengguna laboratorium. Pengambilan sampel dilakukan di dalam ruang Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik dan Laboratorium Jalan Raya menggunakan *Low Volume Air Sampler* (LVAS) untuk TSP dan *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) untuk pengujian terhadap Pb dan Cr. Hasil menunjukkan bahwa konsentrasi TSP meningkat signifikan saat praktikum, dengan nilai tertinggi 2,888 mg/m³ pada Laboratorium Jalan Raya. Konsentrasi Pb tertinggi tercatat 0,065888 mg/m³ dan Cr tertinggi 0,0024 mg/m³, dengan Cr pada beberapa titik melampaui baku mutu Permenaker No. 5 Tahun 2018. Kuesioner menunjukkan sebagian besar responden merasakan paparan debu, endapan partikulat, bau logam/kimia, serta beberapa keluhan kesehatan seperti batuk, sesak napas, iritasi kulit, dan sakit kepala. Walaupun sebagian parameter masih di bawah baku mutu, potensi risiko kesehatan tetap ada, terutama akibat paparan kumulatif dan ventilasi yang kurang efektif. Upaya pengendalian disarankan melalui perbaikan ventilasi, peningkatan kesadaran penggunaan APD, dan pemantauan rutin kualitas udara.

Kata kunci: Cr, Kualitas udara dalam ruang, Laboratorium Teknik Sipil, Pb, TSP

Air Quality Analysis in the Civil Engineering Laboratory of the Islamic University of Indonesia Parameters: TSP, Pb, and Cr

Student : Syifa Anisa Antari
Student Number : 20513214
Study Program : Environmental Engineering – Bachelor Program
Supervisor : Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T.
Azham Umar Abidin, S.K.M., M.P.H., Ph.D.

Abstract

Air quality in the Civil Engineering Laboratory is affected by practical activities that use materials such as cement, concrete, asphalt, aggregates, and steel, which have the potential to produce Total Suspended Particulate (TSP) and heavy metals Lead (Pb) and Total Chromium (Cr). This study aims to analyze the differences in TSP, Pb, and Cr concentrations during and outside of practical activities, as well as to identify the risk perceptions and potential health impacts of laboratory users. Sampling was conducted in the Engineering Construction Materials Laboratory and Highway Laboratory using a Low Volume Air Sampler (LVAS) for TSP and Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) for testing Pb and Cr. The results showed that TSP concentrations increased significantly during practical activities, with the highest value of 2.888 mg/m³ in the Highway Laboratory. The highest Pb concentration recorded was 0.065888 mg/m³ and the highest Cr concentration was 0.0024 mg/m³, with Cr at several points exceeding the quality standards of Permenaker No. 5 of 2018. The questionnaire showed that most respondents experienced exposure to dust, particulate deposits, metallic/chemical odors, and several health complaints such as coughing, shortness of breath, skin irritation, and headaches. Although some parameters were still below the quality standards, potential health risks remained, mainly due to cumulative exposure and ineffective ventilation. Control measures are recommended through ventilation improvements, increased awareness of PPE use, and routine air quality monitoring.

Key words: Cr, Indoor air quality, Civil Engineering Laboratory, (Pb), TSP

DAFTAR ISI

PRAKATA	i
Abstrak	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kualitas Udara dalam Ruang (KUDR)	5
2.2 Sumber Pencemar	5
2.3 Karakteristik Pencemar	8
2.3.1 <i>Total Suspended Particulate (TSP)</i>	8
2.3.2 Timbal (Pb)	8
2.3.3 Kromium (Cr)	9
2.4 Baku Mutu	9
2.5 Faktor Meteorologi	10
2.5.1 Suhu	10
2.5.2 Kelembapan	11
2.5.3 Tekanan Udara	11
2.5.4 Kecepatan Angin	11
2.6 Penelitian Terdahulu	13
BAB III METODE PENELITIAN	18

3.1	Diagram Alir Penelitian	18
3.2	Lokasi dan Waktu	20
3.3	Alat dan Bahan	23
3.3.1	Alat	23
3.3.2	Bahan	24
3.4	Metode Pengambilan Data	25
3.4.1	<i>Total Suspended Particulate (TSP)</i>	25
3.4.2	Timbal (Pb) dan Kromium (Cr)	25
3.4.3	Analisis Risiko Lingkungan Terhadap Ruang Laboratorium Teknik Sipil dengan Menggunakan <i>Google Form</i>	26
3.5	Metode Analisis Data	28
3.5.1	<i>Total Suspended Particulate (TSP)</i>	28
3.5.2	Timbal (Pb) dan Kromium (Cr)	30
3.5.3	Analisis Risiko Lingkungan Terhadap Ruang Laboratorium Teknik Sipil dengan Menggunakan <i>Google Form</i>	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		33
4.1	Kondisi Lokasi Penelitian	33
4.2	Analisis Hasil Pengukuran Konsentrasi TSP, Pb, dan Cr	37
4.2.1	Pengukuran Konsentrasi TSP	37
4.2.2	Pengukuran Konsentrasi Pb	39
4.2.3	Pengukuran Konsentrasi Cr	42
4.2.4	Sumber Polutan	45
4.3	Analisis Hasil Pengukuran Data Meteorologi	52
4.4.	Analisis Persepsi Risiko dan Paparan dan Potensi Dampak Kesehatan & Kesadaran Risiko di Laboratorium Teknik Sipil	53
4.4.1	Persepsi Risiko Pengguna Laboratorium Teknik Sipil	55
4.4.2	Potensi Dampak Kesehatan dan Kesadaran Risiko Laboratorium Teknik Sipil	58
BAB V PENUTUP		62
5.1	Kesimpulan	62
5.2	Saran	63
DAFTAR PUSTAKA		64

LAMPIRAN	70
RIWAYAT HIDUP	1

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Baku Mutu Parameter (TSP, Pb, dan Cr)	9
Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu.....	13
Tabel 3. 1 Titik Sampling Kualitas Udara Dalam Ruang Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia	20
Tabel 3. 2 Alat Penelitian	23
Tabel 3. 3 Alat Pengujian Laboratorium	24
Tabel 4. 1 Konsentrasi TSP	37
Tabel 4. 2 Konsentrasi Pb.....	40
Tabel 4. 3 Konsentrasi Cr	43
Tabel 4. 4 Sumber Polutan Berdasarkan Aktivitas dalam Ruang.....	49
Tabel 4. 5 Hasil Data Meteorologi dalam ruang Laboratorium Teknik Sipil UII.....	52
Tabel 4. 6 Data Mahasiswa Pengguna Ruangan Laboratorium BKT.....	53
Tabel 4. 7 Data Mahasiswa Pengguna Ruangan Laboratorium Jalan Raya.....	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	19
Gambar 3. 2 Layout Ruang Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik.....	22
Gambar 3. 3 Layout Ruang Laboratorium Jalan Raya	23
Gambar 3. 4 Tangkapan Layar <i>Google Form</i>	26
Gambar 3. 5 <i>Thermohygrmeter</i> dan <i>Anemometer Indoor</i>	27
Gambar 3. 6 Website Indeks Kualitas Udara (<i>Air Quality Index</i>).....	28
Gambar 4. 1 Lokasi Penelitian Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (Titik 1).....	34
Gambar 4. 2 Lokasi Penelitian Jalan Raya 1 (Titik 2).....	35
Gambar 4. 3 Lokasi Penelitian Jalan Raya 2 (Titik 3).....	36
Gambar 4. 4 Grafik Konsentrasi TSP.....	38
Gambar 4. 5 Grafik Konsentrasi Pb.....	41
Gambar 4. 6 Grafik Konsentrasi Cr.....	44
Gambar 4. 7 Laboratorium (a) Bahan Konstruksi Teknik dan (b) Struktur & Mekanik Rekayasa	46
Gambar 4. 8 Kondisi Ruang Laborarium BKT dan SMR	47
Gambar 4. 9 Kondisi Ruang Laboratorium Jalan Raya.....	48
Gambar 4. 10 Data Persepsi Risiko dan Paparan Laboratorium Teknik Sipil.....	56
Gambar 4. 11 Potensi Dampak Kesehatan & Kesadaran Risiko di Laboratorium Teknik Sipil	59

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Pengantar Izin Penelitian di Ruang Laboratorium Teknik Sipil	70
Lampiran 2 Prosedur Kerja Low Volume Air Sampler	71
Lampiran 3 Pengambilan Sampel Tsp, Pb, dan Cr ⁶⁺	73
Lampiran 4 Pengambilan Sampel Meteorologi	74
Lampiran 5 Data Pembacaan AAS Terhadap Konsentrasi Pb	74
Lampiran 6 Data Pembacaan AAS Terhadap Konsentrasi Cr ⁶⁺	75
Lampiran 7 Hasil Perhitungan Kurva Kalibrasi Standar Konsentrasi Pb	75
Lampiran 8 Hasil Perhitungan Kurva Kalibrasi Standar Konsentrasi Cr	78
Lampiran 9 Daftar Pertanyaan Kuisisioner Persepsi Risiko dan Paparan	80
Lampiran 10 Potensi Dampak Kesehatan & Kesadaran Risiko	81
Lampiran 11 Contoh Perhitungan Analisis Data Konsentrasi TSP	81
Lampiran 12 Contoh Perhitungan Analisis Data Konsentrasi Pb dan Cr	82

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kualitas udara di dalam ruang laboratorium adalah faktor esensial yang wajib dipertahankan untuk meminimalkan potensi risiko kesehatan bagi seluruh penggunanya, termasuk praktikan, dosen, dan staf. Menurut Bhui et al. (2023), kondisi udara yang tidak optimal, baik di dalam maupun di luar ruangan, berpotensi membawa berbagai kontaminan seperti partikel halus, gas-gas toksik, dan bioaerosol. Paparan terhadap polutan ini dapat mengakibatkan gangguan pernapasan, memicu peradangan sistemik, serta berdampak langsung maupun tidak langsung pada kemampuan kognitif dan kesehatan mental individu yang terpapar.

Ruang Laboratorium Teknik Sipil biasanya merupakan ruang tertutup di mana aktivitas pengujian dan praktik berbagai bahan seperti semen, aspal, logam, dan bahan kimia berlangsung. Aktivitas yang terdapat di dalam ruang Laboratorium Teknik Sipil, seperti penggerusan sampel dan pengujian aspal, berpotensi menghasilkan TSP (*Total Suspended Particulates*) yaitu jenis partikel yang lebih besar dari PM₁₀ dan dapat menyebabkan iritasi, peradangan, dan masalah kesehatan kronis pada pernapasan, serta memicu gangguan fungsi kognitif dan peradangan sistemik yang mempengaruhi kesehatan mental. Paparan partikel ini berbahaya karena dapat menembus saluran pernapasan, mengendap di paru-paru, dan bahkan masuk ke dalam aliran darah. Selain itu, penggunaan material yang mengandung logam berat seperti Timbal (Pb) dan Kromium (Cr) di laboratorium menambah risiko kesehatan. Menurut Chu et al. (2021) logam berat ini dapat menjadi polutan udara, menyebabkan efek neurotoksik, serta meningkatkan risiko gangguan neurokognitif dan masalah mental. Partikulat yang mengandung logam berat bisa terhirup, memicu peradangan pada saluran pernapasan dan sistem saraf pusat melalui jalur peradangan dan stres oksidatif, yang selanjutnya berpotensi menyebabkan neuroinflamasi dan berdampak negatif pada fungsi otak dan kesehatan mental.

Sumber polusi dalam ruangan dapat berasal dari aktivitas manusia serta penggunaan bahan kimia dan proses mekanis yang melepaskan partikulat dan kontaminan ke udara dalam ruang tertutup. Pengukuran kualitas udara di dalam

ruangan harus dilakukan secara menyeluruh karena pengaruh polutan dalam ruang yang tidak selalu berkorelasi linear dengan polutan luar ruangan dan dapat dipengaruhi oleh faktor seperti ventilasi, aktivitas, penggunaan peralatan, dan sumber polutan lokal seperti bahan konstruksi (Burrige et al., 2021). Institut Manajemen Kualitas Udara (2021) menjelaskan bahwa Paparan jangka panjang terhadap TSP, Pb, dan Cr dapat menimbulkan gangguan kesehatan pernapasan kronis, keracunan logam berat, dan masalah kesehatan mental melalui mekanisme inflamasi dan stres oksidatif. Oleh karena itu, evaluasi dan monitoring konsentrasi parameter tersebut di laboratorium teknik sipil sangat penting, sebagai bagian dari upaya mencegah dampak negatif terhadap kesehatan pengguna.

Mengingat pentingnya hal tersebut, penelitian ini memfokuskan pada analisis kualitas udara di dalam ruang Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia (UII). Lokasi ini dipilih mengingat intensitas penggunaannya untuk kegiatan praktikum dan penelitian yang melibatkan berbagai material dan peralatan. Studi sebelumnya di Indonesia juga mengindikasikan bahwa polutan seperti TSP, Pb, dan Cr memiliki korelasi serta potensi dampak buruk terhadap kesehatan. Dengan demikian, analisis komprehensif terhadap ketiga polutan ini dalam lingkungan laboratorium menjadi sangat krusial. Tujuan utama penelitian ini adalah menganalisis konsentrasi TSP, Timbal, dan Kromium di udara dalam ruang Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia (UII) untuk mendapatkan data yang akurat. Hasil penelitian ini diharapkan bisa membantu mengidentifikasi potensi risiko kesehatan dan menyarankan tindakan pencegahan yang tepat, agar lingkungan kerja dan belajar di laboratorium menjadi sehat dan aman bagi semua penggunanya.

1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah yang diperoleh yakni:

1. Bagaimana kualitas udara di dalam Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia, khususnya terkait konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP), Timbal (Pb), dan Kromium (Cr) pada saat aktivitas praktikum berlangsung dibandingkan saat tidak ada aktivitas praktikum?
2. Bagaimana persepsi risiko dan paparan yang dirasakan oleh mahasiswa dan staf laboratorium terhadap kualitas udara di dalam ruang Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Menganalisis perbedaan konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP), Timbal (Pb), dan Kromium (Cr) di dalam Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia saat aktivitas praktikum berlangsung dan saat tidak ada aktivitas praktikum.
2. Mengidentifikasi persepsi risiko dan paparan yang dirasakan oleh mahasiswa dan staf laboratorium terkait kualitas udara di dalam ruang Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Data yang dihasilkan dapat menjadi Gambaran kualitas eksisting udara dalam ruang Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia dengan parameter TSP, Pb, dan Cr.
2. Dapat memberikan informasi mengenai kualitas eksisting udara dalam ruang terhadap parameter TSP, Pb, dan Cr dan pengendalian udara Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia bagi para pembaca.
3. Hasil penelitian dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan kualitas udara dalam ruang di Laboratorium Teknik Sipil khususnya parameter TSP, Pb, dan Cr.

1.5 Ruang Lingkup

Batasan penelitian ini adalah:

1. Penelitian bertempat pada ruang Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.
2. Pengambilan sampel di ruang Laboratorium Teknik Sipil hanya dilakukan saat jam dan hari kerja yaitu selama 8 jam .
3. Parameter inti yang diuji TSP, Pb, dan (Cr)
4. Pengambilan uji parameter TSP, Pb, dan Cr Total akan dilakukan dengan *Low Volume Air Sampler* (LVAS).
5. Parameter Pb (timbal) dan Cr (Kromium) diuji dengan *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS).

6. Data pendukung yang diambil yaitu kecepatan angin, suhu, dan kelembapan udara dan tekanan udara.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kualitas Udara dalam Ruang (KUDR)

Kualitas Udara Dalam Ruang (KUDR) adalah kondisi udara di dalam bangunan yang dapat mempengaruhi kenyamanan dan kesehatan penghuninya. Hal ini mencakup udara di area tempat dimana orang sering beraktivitas, seperti di sekolah atau kantor. Kualitas udara dalam ruangan bukan hanya tentang kadar polutan, tetapi juga dapat dipengaruhi oleh lokasi bangunan, suhu, desain sistem bangunan, teknik konstruksi, sumber polutan, dan aktivitas penghuni. KUDR yang buruk terbukti berdampak negatif pada kesehatan dan prestasi belajar, terutama di lingkungan pendidikan (EPA, 2024). Pencemaran udara dalam ruang adalah terdapatnya suatu zat, partikel, maupun mikroorganisme di udara ruangan tertutup yang dapat membahayakan kesehatan manusia. Konsentrasi polutan dalam ruangan dapat mencapai 2-10 kali lebih tinggi dibandingkan udara luar, terutama di kota-kota besar atau kawasan industri. Polusi udara dalam ruang berasosiasi langsung dengan tingginya prevalensi penyakit infeksi pernapasan akut (ISPA), asma, kanker, iritasi mata dan saluran nafas, hingga peningkatan kasus penyakit kronis dan kematian dini (Lee & Greenstone, 2021).

2.2 Sumber Pencemar

Menurut Laboratorium Struktur dan Material (2025), penelitian yang dilakukan oleh Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia menjelaskan bahwasanya Laboratorium Teknik Sipil merupakan bagian krusial dari lingkungan kerja yang aman, sehat, dan produktif. Di laboratorium ini, terdapat aktivitas seperti pengujian material bangunan, eksperimen kimia/fisika, dan penggunaan alat berat dapat menghasilkan polutan, debu, serta senyawa kimia. Sumber polutan utamanya meliputi proses pembakaran atau pemanasan, seperti pada pembuatan aspal uji, serta debu dan partikulat yang dihasilkan dari pemotongan atau penggilingan material seperti semen, pasir, kerikil, dan aspal. Kurangnya ventilasi udara yang memadai juga

dapat menyebabkan penumpukan polutan dari aktivitas internal maupun eksternal.

Aktivitas yang berlangsung di laboratorium Teknik Sipil, seperti pemanasan aspal, pemotongan, atau penggilingan material (semen, pasir, kerikil), serta penggunaan alat berat, dapat menghasilkan beberapa jenis polutan berbahaya. Polutan utama yang dihasilkan adalah *Total Suspended Particles* (TSP), logam timbal (Pb), dan Kromium (Cr) (Kayhanian et al., 2009). Berikut penyebab terbentuknya polutan di dalam ruang laboratorium Teknik Sipil:

a. *Total Suspended Particles* (TSP)

- Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
 1. Pengujian material: Pengujian terhadap material semen, beton, mortar, dan agregat dimana pada aktivitas tersebut terdapat proses pengadukan, pengayakan, pemotongan, dan penggilingan material yang menghasilkan debu halus yang terlepas ke udara.
 2. Pencampuran dan pengujian kuat tekan: Aktivitas ini sering menghasilkan partikel debu dari semen, pasir, dan agregat yang sangat halus.
 3. Pembersihan dan pemindahan material: Debu sisa praktikum atau bongkar pasang alat dapat terangkat ke udara.

- Laboratorium Jalan Raya
 1. Pengujian material aspal dan agregat jalan: Proses pemanasan, pencampuran, dan pengujian Marshall atau CBR menghasilkan debu dan asap dari aspal serta agregat.
 2. Pengujian tanah dan perkerasan material: Pengeringan, pemadatan, dan pengayakan tanah/agregat menghasilkan partikel tersuspensi.
 3. Debu eksternal: Debu dari lalu lintas atau lingkungan sekitar yang bisa masuk ke laboratorium, terutama jika ventilasi terbuka.

b. Timbal (Pb) dan Kromium (Cr)

- Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

1. Bahan konstruksi dan uji bahan

Semen Portland sebagai bahan utama konstruksi mengandung berbagai unsur logam berat termasuk Pb dan Cr. Proses produksi semen Portland menggunakan bahan baku seperti batu kapur, tanah liat, pasir silika, dan menghasilkan besi yang secara alami dapat mengandung jejak logam berat. Agregat dan bahan konstruksi seperti batu split, pasir, dan bahan campuran beton dapat terkontaminasi logam berat selama proses penambangan, pengangkutan, atau penyimpanan. Penelitian menunjukkan bahwa agregat dapat mengandung zat berbahaya termasuk logam berat yang dapat terlepas ke udara selama pengujian.

2. Aktivitas pengujian material

Selama proses pengujian bahan konstruksi, aktivitas seperti penggilingan, pemotongan, pengamplasan, dan pengungkapan material dapat melepaskan partikel yang mengandung Pb dan Cr ke udara. Aktivitas praktikum yang melibatkan pemanasan atau pembakaran sampel juga dapat berkontribusi pada pelepasan logam berat.

3. Peralatan dan alat laboratorium

Peralatan logam di laboratorium dapat mengalami korosi dan melepaskan ion logam berat, termasuk Pb dan Cr. Cat dan pelapis pada peralatan laboratorium sering mengandung kromium dan timbal, terutama untuk memberikan warna dan perlindungan anti-korosi. Penelitian menunjukkan bahwa persenyawaan Pb dengan Cr ($PbCrO_4$) digunakan dalam industri cat untuk mendapatkan warna kuning krom.

- Laboratorium Jalan Raya

1. Material aspal dan agregat jalan

Di laboratorium jalan raya, material aspal dan agregat yang digunakan untuk pengujian dapat mengandung logam berat. Proses pengujian Marshall dan analisis bahan perkerasan jalan melibatkan

pemasaran dan manipulasi bahan yang dapat melepaskan partikel logam berat ke udara.

2. Aktivitas pengujian campuran aspal

Selama proses pengujian campuran aspal, terutama pada suhu tinggi, dapat terjadi pelepasan berbagai senyawa termasuk logam berat. Slag baja yang sering digunakan sebagai agregat dalam campuran perkerasan jalan diketahui mengandung Cr dan Pb yang dapat terlindi.

3. Kontaminasi eksternal

Debu jalan dan partikel dari aktivitas lalu lintas yang masuk ke laboratorium dapat membawa kontaminan logam berat. Aktivitas antropogenik dari transportasi dan industri di sekitar laboratorium juga dapat berkontribusi pada polusi udara dalam ruangan.

2.3 Karakteristik Pencemar

2.3.1 *Total Suspended Particulate (TSP)*

Total Suspended Particulate (TSP) mengacu pada seluruh materi padat kecil yang dilepaskan dan diamati di atmosfer. TSP merupakan penyumbang utama polusi udara. TSP mencakup seluruh rentang ukuran partikel, termasuk PM_{10} dan $PM_{2.5}$. Di laboratorium teknik sipil, proses pengujian dan karakterisasi material infrastruktur seperti agregat, semen Portland, beton, dan aspal sering kali melepaskan partikel ke udara. Aktivitas seperti penumbukan aspal, menuangkan semen, serta pemotongan, penggilingan, atau penghancuran material konstruksi juga berpotensi menghasilkan debu dan partikulat. Selain itu, kontaminan dari lingkungan luar, seperti debu dari lalu lintas, juga dapat berkontribusi pada konsentrasi TSP di dalam ruangan (Wijaya et al., 2024).

2.3.2 **Timbal (Pb)**

Timbal (Pb) adalah logam lunak berwarna abu-abu kebiruan yang mengkilap dengan titik lebur rendah ($327,5^{\circ}C$) dan titik didih relatif tinggi ($1740^{\circ}C$). Timbal memiliki sifat kimia yang aktif dan sering digunakan

untuk melapisi logam agar tidak mudah berkarat. Potensi sumber timbal (Pb) di laboratorium teknik sipil dapat berasal dari material yang diuji yang berkemungkinan dapat mengandung timbal. Contohnya, solder yang mengandung 50-95% timbal dan logam pencetak yang terdiri dari 85% timbal. Jika material-material ini diuji atau dimanipulasi, partikel timbal dapat terlepas ke udara (Ardillah, 2016).

2.3.3 Kromium (Cr)

Kromium (Cr) adalah unsur kimia yang ditemukan dalam konsentrasi rendah di batuan, tanah, debu, dan gas. Kromium umumnya ditemukan dalam bentuk senyawa padat atau mineral. Bentuk yang paling umum di lingkungan adalah kromium trivalen (Cr^{3+}) dan heksavalen (Cr^{6+}). Kromium heksavalen Cr^{6+} adalah bentuk yang sangat toksik dan dikenal sebagai karsinogen bagi manusia saat terhirup, serta dapat menyebabkan luka bakar dan membahayakan janin. Kromium dapat masuk ke lingkungan dari berbagai sumber, dengan kontribusi terbesar berasal dari kegiatan industri. Di udara, senyawa kromium ditemukan dalam bentuk debu dan partikulat. Sumber industri yang signifikan meliputi pabrik semen dan baterai (Nurventi, 2019).

2.4 Baku Mutu

Sebagai acuan perbandingan hasil penelitian, digunakan baku mutu yang tertera dalam Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja. Baku mutu ini relevan karena penelitian dilakukan di lingkungan kerja, yaitu laboratorium dapat dilihat pada Tabel 2.1 sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Baku Mutu Parameter (TSP, Pb, dan Cr)

Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu
<i>Total Suspended Particulates</i> (TSP)	8 Jam	10 mg/m ³
Timbal (Pb)	8 Jam	0,15 mg/m ³
Kromium (Cr)	8 Jam	0,001 mg/m ³

Catatan pada Tabel yang tertera dalam peraturan:

- Partikulat inhalabel sebagai (TSP)
- Timah hitam sebagai (Pb)

2.5 Faktor Meteorologi

Parameter meteorologi atau yang sering disebut sebagai parameter cuaca merupakan variabel yang dapat mempengaruhi perubahan kondisi meteorologi. Parameternya meliputi suhu, tekanan udara, kelembaban udara, angin, curah hujan, intensitas sinar matahari, jarak pandang, serta kondisi awan. Suhu, kelembaban, dan pencahayaan merupakan unsur lingkungan nyata yang berpengaruh terhadap kualitas udara. Terdapat hubungan positif antara kondisi lingkungan fisik yang kurang memadai dengan tingginya jumlah mikroorganisme di udara (Chairunnisa et al., 2022).

Parameter meteorologi, yang sering disebut sebagai parameter cuaca, adalah variabel yang mempengaruhi perubahan kondisi meteorologi. Parameternya meliputi suhu, tekanan udara, kelembaban udara, angin, curah hujan, intensitas sinar matahari, jarak pandang, serta kondisi awan. Suhu, kelembaban, dan pencahayaan merupakan unsur lingkungan nyata yang berpengaruh terhadap kualitas udara. Terdapat hubungan positif antara kondisi lingkungan fisik yang kurang memadai dengan tingginya jumlah mikroorganisme di udara.

2.5.1 Suhu

Suhu udara berperan penting dalam menjaga kualitas udara, baik di lingkungan umum maupun di dalam laboratorium. Suhu yang tidak ideal, seperti terlalu panas atau dingin, dapat mengganggu kestabilan partikel di udara dan mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme. Selain itu, suhu juga mempengaruhi kecepatan penguapan dan reaksi kimia di atmosfer. Riset menunjukkan bahwa menjaga suhu pada tingkat yang optimal dapat menjadi cara efektif untuk mengontrol kualitas udara, mengurangi kadar polutan, dan membatasi penyebaran mikroorganisme (Lin et al., 2020).

2.5.2 Kelembapan

Menurut Choi et al., 2024 kelembapan relatif dapat mengukur kadar uap air di udara merupakan hal yang sangat krusial dalam menentukan kualitas udara dalam ruangan, termasuk di dalam ruang laboratorium. Tingkat kelembapan yang terlalu tinggi bisa meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme dan mempercepat korosi peralatan. Sebaliknya, kelembapan yang rendah dapat menyebabkan iritasi pada sistem pernapasan dan membuat partikel debu lebih cepat kering.

2.5.3 Tekanan Udara

Tekanan udara merupakan faktor penting dalam menentukan kualitas udara, terutama di lingkungan tertutup seperti dalam ruang laboratorium. Tekanan yang stabil berperan krusial dalam menjaga sirkulasi udara yang baik serta dapat membantu mendistribusikan udara segar dan mengeluarkan polutan. Ketika tekanan udara tidak stabil, misalnya terjadi perubahan mendadak, hal ini dapat mengganggu pola aliran udara. Gangguan ini berpotensi menyebabkan penyebaran polutan dan mikroorganisme secara tidak terkendali ke seluruh ruangan. Oleh karena itu, menjaga tekanan udara pada level yang konstan dan terkendali adalah salah satu strategi utama dalam manajemen kualitas udara di laboratorium, guna meminimalkan risiko paparan terhadap zat berbahaya bagi staf (Vali et al., 2021).

2.5.4 Kecepatan Angin

Kecepatan angin atau sirkulasi udara di laboratorium sangat krusial untuk menjaga kualitas udara. Sirkulasi udara yang memadai berperan penting dalam mengurangi polutan dan menjaga udara tetap segar. Sirkulasi udara yang baik berfungsi untuk menghilangkan kontaminan secara mekanis. Udara segar dari luar atau sistem ventilasi akan mendorong polutan seperti partikel debu, gas, atau uap kimia keluar dari ruangan. Proses ini mencegah akumulasi zat berbahaya yang dapat membahayakan

kesehatan pekerja. Meskipun sirkulasi penting, kecepatan angin yang terlalu tinggi justru dapat menimbulkan masalah. Aliran udara yang kencang dapat mengangkat debu dan mikroorganisme dari lantai atau permukaan meja. Partikel-partikel ini kemudian akan tersebar ke seluruh ruangan, berpotensi mencemari sampel atau peralatan sensitif. Oleh karena itu, penting untuk mengatur kecepatan udara pada tingkat yang optimal (Miri, Shirmohammadi, & Sorooshian, 2023).

2.6 Penelitian Terdahulu

Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu

No	Penelitian	Judul	Metode	Hasil
1	Rizqy Adam Sambodo (2024)	Analisis Kualitas Udara Dalam Ruang Parkir Bawah Tanah Rumah Sakit X, Yogyakarta Parameter <i>Total Suspended Particulate (TSP)</i> , Timbal (Pb), dan Angka Kuman	Metode penelitian yang digunakan yaitu dengan cara melakukan pengambilan sampel dengan menggunakan alat yang meliputi <i>Low Volume Air Sampler (LVAS)</i> untuk TSP, <i>Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)</i> untuk Pb.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi <i>Total Suspended Particulate (TSP)</i> tertinggi ditemukan pada titik pengambilan sampel pertama, yaitu 5,10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, yang masih di bawah batas baku mutu. Konsentrasi Timbal (Pb) terendah tercatat sebesar 0,01 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di semua titik, juga memenuhi SNI.
2	Irem Bayram Zumrut, Ozge	Mitigation Strategies To Reduce <i>Particulate Matter</i> Concentrations In Civil Engineering Laboratories	Metode penelitian yang digunakan yaitu dengan cara mengukur konsentrasi partikel udara (PM) menggunakan TSI SidePak Aerosol Monitor dalam enam eksperimen	Hasil menunjukkan bahwa konsentrasi partikel udara di Laboratorium Teknik Sipil melebihi standar kualitas udara WHO, EPA,

No	Penelitian	Judul	Metode	Hasil
	Akboga Kale, Yilmaz Ogunc Tetik, dan Selim Baradan (2024)		yang berpotensi menghasilkan emisi debu. Pengukuran dilakukan selama satu jam dengan tiga pengulangan untuk setiap ukuran PM. Berdasarkan temuan tersebut, direkomendasikan langkah-langkah kontrol, termasuk penggantian peralatan, untuk mengurangi konsentrasi PM di lingkungan Laboratorium.	dan ASHRAE, dengan eksperimen analisis pencatatan nilai tertinggi. Meskipun rata-rata konsentrasi PM pada eksperimen berada di bawah ambang batas OSHA, nilai maksimum tetap berisiko bagi kesehatan instruktur dan mahasiswa. Setelah penerapan langkah-langkah kontrol, termasuk penggantian peralatan, konsentrasi PM berhasil diturunkan di bawah batas standar EPA.
3	Tugba Ugranli, Melis Toprak, Gul	Indoor Environmental Quality In Chemistry And Chemical Engineering Laboratories At Izmir	Metode yang digunakan yaitu dengan melakukan pendekatan survei dan pengukuran langsung untuk mengevaluasi Kualitas Lingkungan dalam Ruangan (IEQ)	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sebagian besar parameter fisik dan kimia, seperti suhu, kelembapan, dan kadar CO ₂ , masih dalam batas

No	Penelitian	Judul	Metode	Hasil
	Gursoy, Arif H. Cimrin, dan Sait C. Sofuoglu (2015)	Institute Of Technology	di laboratorium kimia dan teknik kimia, Izmir Institute of Technology. Metode pengukuran meliputi pengumpulan data fisik seperti suhu, kelembapan udara, dan tingkat kebisingan. Selain itu, dilakukan juga pengukuran konsentrasi polutan udara dalam ruangan, yaitu karbon dioksida (CO ₂) dan senyawa organik volatil (VOC). Untuk melengkapi data kuantitatif, peneliti menyebarkan kuesioner guna mendapatkan persepsi dan pengalaman pengguna laboratorium mengenai kenyamanan termal, pencahayaan, dan kualitas udara. Seluruh data yang terkumpul kemudian dianalisis secara statistik untuk memberikan gambaran menyeluruh tentang kondisi IEQ.	standar nasional dan internasional. Namun, konsentrasi Senyawa Organik Volatil (VOC) di beberapa area laboratorium melebihi batas aman, menunjukkan potensi risiko paparan bahan kimia berbahaya. Selain itu, berdasarkan kuesioner, sebagian pengguna melaporkan adanya ketidaknyamanan terkait ventilasi dan pencahayaan. Oleh karena itu, jurnal merekomendasikan peningkatan sistem ventilasi mekanis dan kontrol sumber polutan untuk meningkatkan kualitas udara dan kenyamanan di laboratorium.

No	Penelitian	Judul	Metode	Hasil
4	Winastasya Démona Putri (2016)	Gambaran Kadar Logam Berat Kromium Heksavalen (Cr ⁶⁺) dan Timbal (Pb) Di Lingkungan Kerja Bengkel Cat Mobil Di Kota Padang Tahun 2016	Penelitian ini menggunakan pendekatan survei deskriptif dengan pengambilan sampel udara di beberapa titik pada lingkungan kerja bengkel cat mobil di Kota Padang. Untuk mengukur kadar kromium dan timbal, digunakan spektrofotometer atau metode analitik kimia yang sesuai guna mendeteksi konsentrasi logam berat tersebut di udara sekitar bengkel. Data kuantitatif yang diperoleh kemudian dianalisis untuk menentukan tingkat paparan pekerja terhadap logam berat tersebut. Selain itu, penelitian ini juga mengumpulkan data sekunder terkait kondisi kerja dan sistem pengamanan di bengkel sebagai informasi pendukung untuk menginterpretasi hasil pengukuran kadar logam berat.	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa konsentrasi kromium dan timbal di udara lingkungan kerja bengkel cat mobil di Kota Padang melebihi batas aman menurut standar kesehatan kerja, yang berisiko bagi kesehatan pekerja akibat paparan berkelanjutan. Studi juga menemukan bahwa banyak bengkel kurang memperhatikan penggunaan alat pelindung diri dan pengelolaan limbah cat, sehingga memperburuk risiko paparan logam berat. Oleh karena itu, peningkatan kontrol teknis dan administratif untuk mengurangi dampak negatif logam berat pada kesehatan pekerja bengkel cat mobil.

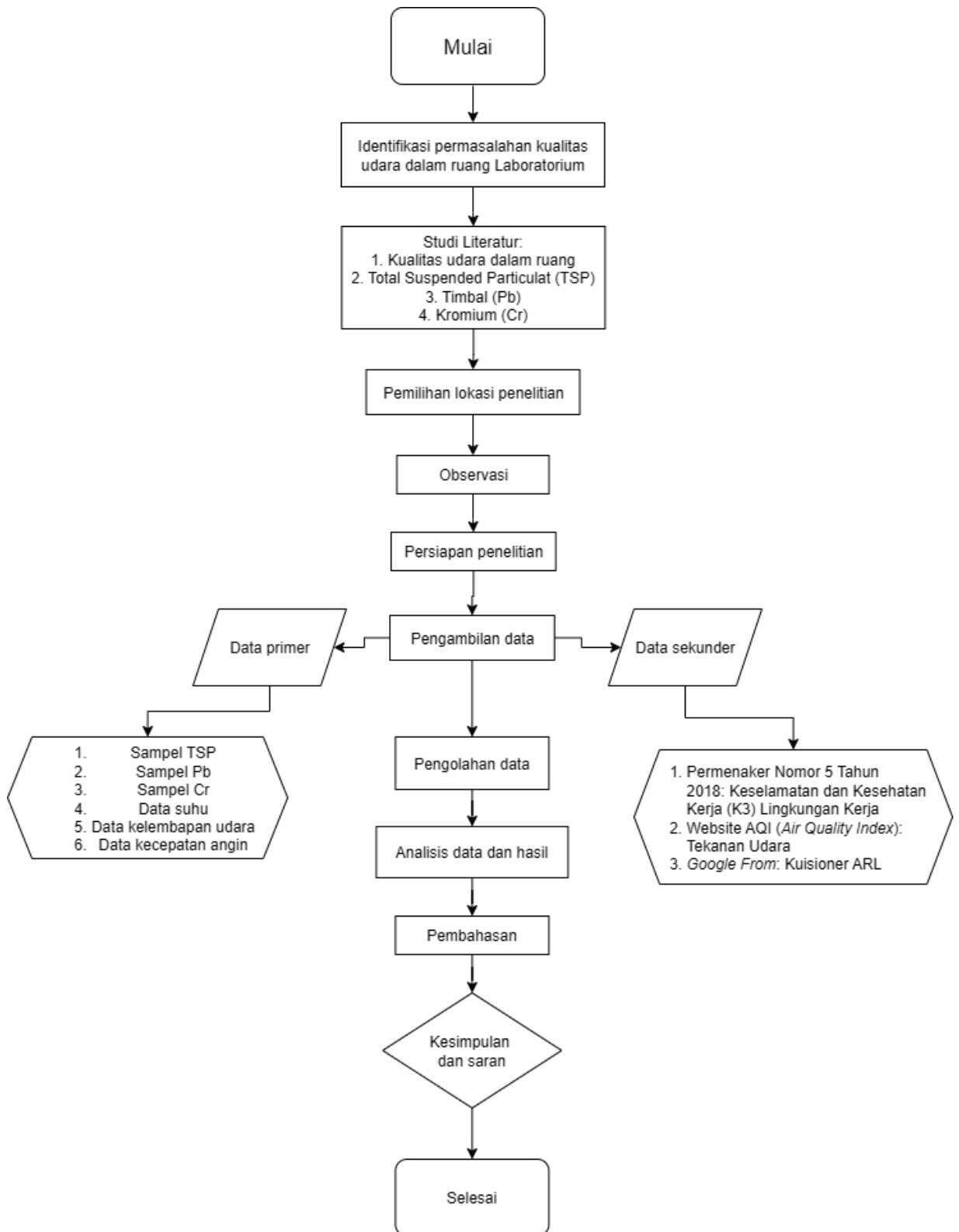
No	Penelitian	Judul	Metode	Hasil
5	Husna Zahiro Tul Hikmah (2022)	Analisis Kadar PM ₁₀ , PM _{2,5} , TSP, dan Pb Dalam Ruang (Studi Kasus: Bengkel Sabel Motor Yogyakarta)	Penelitian di Bengkel Sabel Motor, Sleman, Yogyakarta, selama Maret hingga April 2022, mengukur konsentrasi PM ₁₀ , PM _{2,5} , TSP, dan Timbal (Pb) menggunakan LVAS dan <i>Low Volume Air Sampler</i> . Selain itu, parameter lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan kecepatan angin juga dicatat. Data yang diperoleh dianalisis untuk menentukan nilai rata-rata, maksimum, dan minimum, serta dibandingkan dengan baku mutu yang berlaku. Hasil pengukuran kemudian dipetakan menggunakan software Surfer 16 untuk visualisasi sebaran konsentrasi pencemar.	Hasil penelitian di Bengkel Sabel Motor menunjukkan bahwa rata-rata konsentrasi TSP di titik 1 adalah 43,37 µg/m ³ , masih di bawah ambang batas 10.000 µg/m ³ , dan konsentrasi Timbal (Pb) dalam TSP hanya 0,0031 µg/m ³ , jauh di bawah baku mutu 100 µg/m ³ . Pemetaan menunjukkan konsentrasi tertinggi PM ₁₀ dan PM _{2,5} terjadi di titik 2, mencerminkan kondisi lingkungan yang bervariasi.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian merupakan tahapan sistematis yang disusun untuk memudahkan pelaksanaan penelitian, mulai dari identifikasi kompleksitas hingga pelaporan hasil. Seluruh tahapan dalam penelitian, seperti studi literatur, pemilihan lokasi, observasi, hingga persiapan dan pelaksanaan penelitian, ditampilkan dalam bentuk diagram alir sebagai pedoman pelaksanaan penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 3.1



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Lokasi dan Waktu

Penelitian ini berlokasi di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia yang berada di Jl. Kaliurang No.Km. 14,5, Krawitan, Umbulmartani, Kec. Ngemplak, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia (UII) merupakan fasilitas yang mendukung kegiatan akademik dan penelitian di bidang Teknik Sipil. Laboratorium ini dirancang untuk memberikan pengalaman praktis kepada mahasiswa, serta mendukung pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam bidang Teknik Sipil. Pengukuran kualitas udara dalam ruang Laboratorium dilakukan di 3 titik lokasi yang berbeda yaitu di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Laboratorium Jalan Raya 1, dan Laboratorium Jalan Raya 2. Untuk titik sampling yang akan dilakukan dapat dilihat dalam Tabel 3.1 sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Titik Sampling Kualitas Udara dalam Ruang Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Titik Sampling	Lokasi	Koordinat
Titik 1	Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik	7°41'13"S dan 110°24'49"E
Titik 2	Laboratorium Jalan Raya 1	7°41'13"S dan 110°24'44"E
Titik 3	Laboratorium Jalan Raya 2	7°41'13"S dan 110°24'44"E

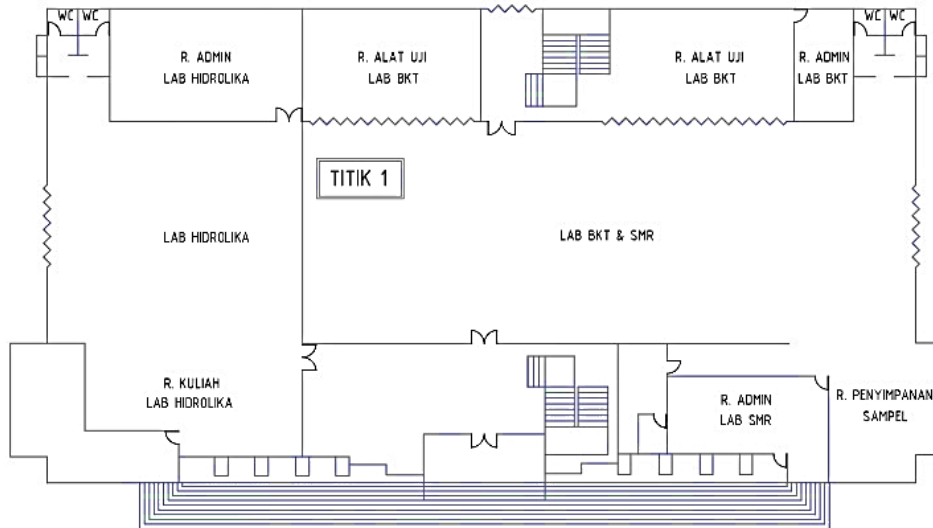
Titik 1 pada pengambilan sampling berada di ruang Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik yang berada di koordinat 7°41'13"S dan 110°24'49"E. Pemilihan titik sampling 1 berlokasi di area dengan aktivitas rutin mahasiswa dan staf yang tinggi. Tujuan utama penempatan ini adalah untuk mendapatkan data representatif mengenai paparan yang berasal dari aktivitas manusia dan proses kerja.

Titik 2 pada pengambilan sampling berada di ruang Laboratorium Jalan Raya 1 yang berada di koordinat $7^{\circ}41'13''S$ dan $110^{\circ}24'44''E$. Pemilihan lokasi ini sangat krusial karena merupakan ruangan utama tempat proses pembentukan aspal uji. Pemilihan titik sampling 2 di Laboratorium Jalan Raya 1 secara khusus bertujuan untuk memantau potensi paparan yang timbul dari proses pembentukan aspal. Aktivitas ini, yang melibatkan aspal panas, agregat, dan aditif, dapat melepaskan uap, aerosol, atau partikel halus ke udara.

Titik 3 pada pengambilan sampling berada di ruang Laboratorium Jalan Raya 2 yang berada di koordinat $7^{\circ}41'13''S$ dan $110^{\circ}24'44''E$. Pemilihan titik sampling 3 di Laboratorium Jalan Raya 2 karena lokasi ini merupakan ruangan tempat dilakukannya proses persiapan bahan uji, penimbangan bahan uji, dan pemasakan aspal sebelum dibentuk. Penempatan titik sampling di area ini secara spesifik bertujuan untuk memantau potensi paparan yang terjadi pada tahap awal proses pengujian aspal. Kegiatan seperti penimbangan agregat dan aspal dapat menghasilkan debu dan partikel halus yang terbawa udara. Sedangkan pada proses pemanasan aspal sebelum pembentukan merupakan sumber emisi uap dan aerosol yang signifikan.

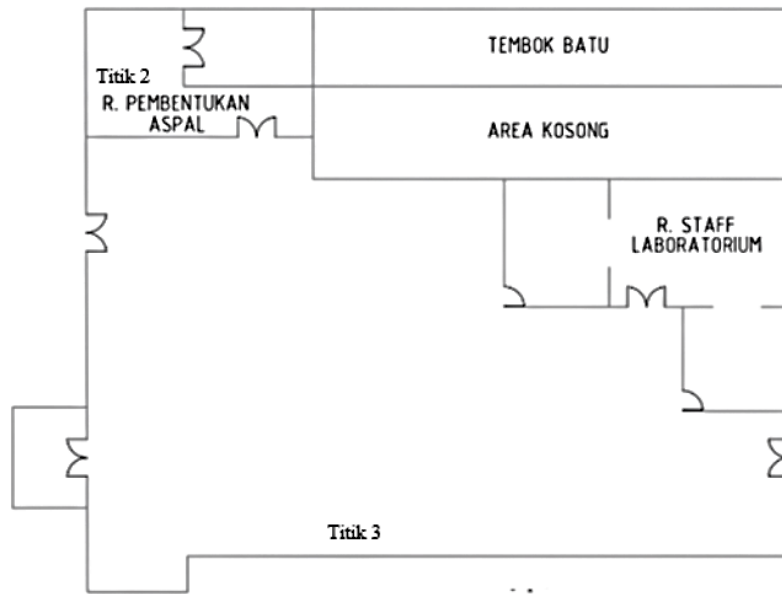
Pengambilan sampling dilakukan mulai tanggal 17 Juni – 10 Juli 2025 dengan pengambilan sampling menggunakan parameter TSP, Pb, Cr, dan data meteorologi (suhu, tekanan udara, kelembapan udara, dan kecepatan angin) yang dilakukan secara bersamaan dalam satu hari untuk 1 titik sampling. Setiap 1 titik sampling dilakukan dua kali pengambilan sampling dengan hari dan kondisi yang berbeda. Untuk kondisi sampling dibagi menjadi dua sesi atau dua situasi. Pengambilan sampel yang dilakukan pada sesi pertama yaitu pada saat kondisi ruangan laboratorium tidak terdapat aktivitas praktikum dan untuk sesi kedua dilakukan pada saat kondisi ruangan laboratorium sedang dipergunakan untuk praktikum. Waktu pengambilan sampling dilakukan selama 8 jam yaitu pada waktu jam kerja laboratorium yang di mulai pada pukul 08.00 – 15.00.

Berikut merupakan layout ruang Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik yang ditetapkan sebagai titik sampling 1 untuk lokasi pengambilan sampling udara dalam ruang dan dapat dilihat pada Gambar 3.2 sebagai berikut:



Gambar 3. 2 Layout Ruang Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

Pada titik sampling 2 dan 3 dilakukan di ruang Laboratorium Jalan Raya. Berikut merupakan layout ruang Laboratorium Jalan Raya, dimana pada titik sampling 2 dilakukan pengambilan sampling di bagian ruang pembentukan aspal dan di labelkan dengan ruang Laboratorium Jalan Raya 1. Sedangkan untuk titik sampling 3 berada ruang persiapan bahan pembuatan aspal dengan di labelkan dengan ruang Laboratorium Jalan Raya 2. Layout lokasi ruang pengambilan sampling udara dalam ruang dapat dilihat pada Gambar 3.3 sebagai berikut:



Gambar 3. 3 Layout Ruang Laboratorium Jalan Raya

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

a. Alat sampling

Dalam penelitian kali ini digunakan beberapa alat yang dipergunakan untuk pengambilan sampling parameter TSP, Pb, Cr, dan data meteorologi (suhu, tekanan udara, kelembapan udara, dan kecepatan angin). Daftar alat yang digunakan dapat dilihat dalam Tabel 3.2 sebagai berikut:

Tabel 3. 2 Alat Penelitian

No	Nama Alat	Jumlah	Keterangan
1	<i>Low Volume Air Sampler (LVAS)</i>	1	Buah
2	<i>Thermohygrometer</i>	1	Buah
3	<i>Anemometer</i>	1	Buah
4	Tripod	1	Buah
5	Pinset	1	Buah
6	Sarung tangan	6	Buah
7	Desikator	1	Buah
8	Roll kabel ±10 meter	1	Buah
9	Amplop	6	Buah
10	Neraca analitik	1	Buah

b. Alat pengujian laboratorium

Dalam penelitian kali ini digunakan beberapa alat yang digunakan untuk pengujian terhadap parameter Pb dan Cr setelah dilakukannya pengambilan sampling udara. Daftar alat yang digunakan dapat dilihat dalam Tabel 3.3 sebagai berikut:

Tabel 3. 3 Alat Pengujian Laboratorium

No	Nama Alat	Jumlah	Keterangan
1	<i>Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)</i>	1	Buah
2	Hot plate	4	Buah
3	Labu ukur 50 mL	6	Buah
4	Labu ukur 100 mL	2	Buah
5	Gelas ukur 100 mL	1	Buah
6	Gelas piala 250 mL	6	Buah
7	Gelas piala 1000 mL	1	Buah
8	Corong gelas	6	Buah
9	Erlenmeyer 250 mL	6	Buah
10	Erlenmeyer 1000 mL	1	Buah
11	Kertas saring	12	Buah
12	Gunting / alat pemotong	1	Buah

3.3.2 Bahan

Dalam penelitian kali ini digunakan beberapa bahan untuk pengujian parameter Pb dan Cr. Daftar bahan yang digunakan sebagai berikut:

1. Asam nitrat (HNO_3)
2. Asam klorida (HCL)
3. Aquades
4. Kertas saring untuk sampel pengujian
5. Kertas saring berpori
6. Larutan asam nitrat (HNO_3)
7. Larutan asam klorida (HCL)
8. Hidrogen peroksida (H_2O_2)
9. Larutan induk timbal
10. Larutan induk kromium

3.4 Metode Pengambilan Data

3.4.1 *Total Suspended Particulate (TSP)*

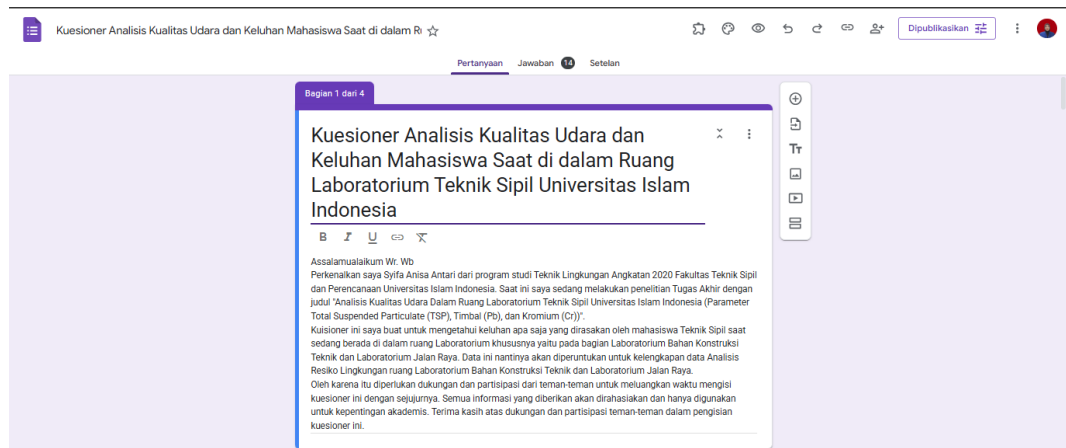
Pengambilan sampling *Total Suspended Particulate (TSP)* udara dalam ruangan Laboratorium Teknik Sipil dilakukan dengan menggunakan metode gravimetri. Pengambilan sampling dilakukan dengan menggunakan alat *Low Volume Air Sampler (LVAS)* yang mengacu pada SNI 16 – 7058 – 2004 tentang Pengukuran Kadar Debu Total di Udara Tempat Kerja. Prinsip dasar metode gravimetri untuk TSP adalah menghisap volume udara melalui kertas saring yang berkapasitas 5 L/menit – 15 L/menit. Partikel-partikel tersuspensi di udara akan tertahan pada kertas saring. Perbedaan berat kertas saring sebelum dan sesudah pengambilan sampel merupakan massa total partikel yang terkumpul. Untuk mengetahui perbedaan berat pada kertas saring dilakukan penimbangan terhadap kertas saring dengan menggunakan neraca analitik. Massa partikel ini kemudian dihubungkan dengan volume udara yang dihisap untuk menentukan konsentrasi TSP dalam satuan massa per volume udara ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

3.4.2 Timbal (Pb) dan Kromium (Cr)

Penentuan konsentrasi Timbal (Pb) dan Kromium (Cr) dilakukan sesuai dengan SNI 7119 – 4 – 2017 tentang Udara Ambien - Bagian: 4 Cara Uji Kadar Timbal (Pb) dengan Metoda Destruksi Cara Basah Menggunakan *Spektrofotometer Serapan Atom Nyala*. Prinsip yang digunakan yaitu, partikel di udara di dalam ruang ditangkap oleh *Low Volume Air Sampler (LVAS)* dan kertas saring sebagai media penyaring partikel tersuspensi. Timbal (Pb) dan Kromium (Cr) yang terkandung di dalam partikel tersuspensi tersebut nantinya akan didestruksi dengan menggunakan larutan asam (asam klorida dan asam nitrat). Kemudian diukur dengan menggunakan alat *Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)* nyala.

3.4.3 Analisis Risiko Lingkungan Terhadap Ruang Laboratorium Teknik Sipil dengan Menggunakan *Google Form*

Metode pengambilan data untuk analisis risiko lingkungan dilakukan dengan cara penyebaran formulir online (*Google Form*) dan diberikan kepada mahasiswa Teknik Sipil yang ditemui di dalam ruang Laboratorium. Berikut merupakan potongan jepretan layar *Google Form* yang akan digunakan untuk pengumpulan data terhadap analisis risiko lingkungan dapat dilihat pada Gambar 3. 7.



Gambar 3. 4 Tangkapan Layar *Google Form*

Pertanyaan yang dilampirkan pada *Google Form* yaitu terdiri dari 4 bagian, dimana data yang diambil bertujuan untuk menganalisis risiko lingkungan dengan menargetkan kepada keluhan mahasiswa saat berada di dalam ruang Laboratorium. Target minimal untuk penyebaran kuesioner ditetapkan sebanyak 10 mahasiswa yang dibagi menjadi 2 lokasi sampling. Dimana untuk lokasi pertama yang berada di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik target minimal berjumlah 5 mahasiswa dan lokasi kedua yang berada di Laboratorium Jalan Raya target minimal berjumlah 5 mahasiswa.

3.4.4 Meteorologi

Pada penelitian ini, pengumpulan data pada sampel faktor meteorologis (suhu, kelembaban, kecepatan udara dan tekanan udara) menggunakan 2 alat dan 1 website yaitu *Anemometer* dan *Thermohygro*.

Anemometer digunakan untuk pengambilan data sampel kecepatan angin sedangkan thermohygro digunakan untuk pengambilan data sampel suhu dan kelembapan udara. Berikut merupakan alat yang digunakan untuk pengambilan data meteorologi yang dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Thermohygrometer

Anemometer Indoor

Gambar 3.5 *Thermohygrmeter* dan *Anemometer Indoor*

Thermohygrometer digunakan untuk mendapatkan data rata-rata suhu udara dan kelembapan udara. Sedangkan *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 arah pemegang alat dan angin akan datang dari belakang layar tampilan. Perhatikan layar tampilan, yang menunjukkan angka kecepatan angin. Jika angka kecepatan telah konstan, maka tekan tombol hold, lalu catat hasilnya (Djoko et al., 2006).

Sedangkan data tekanan udara diambil menggunakan website AQI. Data tekanan udara yang digunakan adalah data tekanan udara Daerah Istimewa Yogyakarta dimana untuk data per harinya berada pada 1012 mb.

Berikut merupakan hasil jepretan layar dari website AQI yang dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Website Indeks Kualitas Udara (*Air Quality Index*)

3.5 Metode Analisis Data

3.5.1 *Total Suspended Particulate* (TSP)

Metode analisis data pada parameter *Total Suspended Particulate* (TSP) dimulai dari melakukan penimbangan kertas saring yang digunakan untuk pengambilan sampling udara dengan menggunakan *Low Volume Air Sampler* (LVAS). Sebelum kertas saring dapat digunakan kertas saring harus memiliki nilai konstan dengan cara melakukan penimbangan yang berulang. Setelah kertas saring memiliki nilai konstan maka kertas saring dapat digunakan untuk pengambilan sampling dan dapat dilakukan pengolahan data.

Menghitung konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP) melibatkan dua langkah utama yaitu menentukan laju aliran standar dengan menggunakan rumus yang bersumber dari SNI 7119-3-2017 tentang Udara ambien - Bagian 3: Cara uji partikel tersuspensi total menggunakan peralatan High Volume Air Sampler (HVAS) dengan metode gravimetri sebagai berikut:

$$Q_s = Q_0 \times \left(\frac{T_s \times P_0}{T_0 \times P_s} \right)^{\frac{1}{2}}$$

Dimana:

Q_s : laju alir volume dikoreksi pada kondisi standar (m^3 /menit)

Q_0 : laju alir volume (m^3 /menit)

T_s : temperatur standar, 298 K

P_0 : tekanan barometrik dimana Q_0 ditentukan

T_0 : temperature absolut ($293 + t$ ukur)

P_s : tekanan barometrik standar 101,3 kPa (760 mmHg)

Setelah diketahui laju alir standar selanjutnya menghitung volume udara yang disampel dan kemudian menghitung konsentrasi partikulat. Langkah pertama adalah mengetahui volume total udara (V) yang datanya didapatkan dari hasil pengambilan sampling. Volume ini didapatkan dengan mengalikan laju aliran udara alat sampler (Q) dengan total durasi pengambilan sampel (t). Berikut merupakan rumus yang digunakan bersumber dari SNI 7119-3-2017 tentang Udara ambien - Bagian 3: Cara uji partikel tersuspensi total menggunakan peralatan High Volume Air Sampler (HVAS) dengan metode gravimetri sebagai berikut:

$$V = Q \times t$$

Dimana:

V = Volume udara yang disampel (m^3).

Q = Laju aliran rata-rata alat pengambil sampel (m^3 /menit).

t = Total durasi pengambilan sampel (menit)

Setelah volume udara diketahui, konsentrasi TSP (C) dihitung dengan membagi total massa partikel yang terkumpul pada filter dengan volume total udara yang disampel. Rumus yang digunakan bersumber dari SNI 16-7058-2004 tentang pengukuran kadar debu total di udara tempat kerja sebagai berikut:

$$C = \frac{W_1 - W_0}{V} \times 10^3$$

Dimana:

C = Kadar debu total (mg/m³).

W₂ = Berat akhir filter setelah pengambilan sampel udara (mg).

W₁ = Berat awal filter sebelum pengambilan sampel udara (mg).

V = Volume udara pada waktu pengambilan contoh (l).

3.5.2 Timbal (Pb) dan Kromium (Cr)

Kadar timbal dan kromium dapat dihitung dengan menggunakan rumus yang bersumber dari SNI 7119-4-2017 tentang Udara ambien - Bagian 4: Cara uji kadar timbal (Pb) dengan metoda destruksi cara basah menggunakan spektrofotometer serapan atom nyala sebagai berikut:

$$C_x = \frac{(C_t - C_b) \times V_t \times \frac{S}{S_t}}{V}$$

Dimana:

C_x : kadar (timbal / kromium) di udara (µg/m³)

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

C_b : kadar (timbal / kromium) dalam larutan blanko (µg/mL)

V_t : volum larutan contoh uji (mL)

S : luas contoh uji pada permukaan filter (mm²)

S_t : luas contoh uji yang digunakan (mm²)

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

Dalam penelitian ini, konsentrasi Timbal (Pb) dan Kromium (Cr) ditentukan menggunakan alat Spektrofotometer Serapan Atom (AAS) dengan bantuan kurva kalibrasi. Kurva kalibrasi ini dibuat dengan mengukur absorbansi dari beberapa larutan standar yang konsentrasinya sudah diketahui. Setelah itu, nilai absorbansi sampel yang telah diekstraksi dari kertas filter

dimasukkan ke dalam rumus regresi linier ($y = ax + b$) yang berasal dari kurva kalibrasi tersebut. Rumus ini digunakan untuk menghitung konsentrasi sampel (x) berdasarkan nilai absorbansi (y) yang terukur, selanjutnya, adsorpsi logam timbal (Pb) dan Kromium Total (Cr) pada material dihitung menggunakan persamaan regresi linier sebagai berikut:

$$y = ax + b$$

Dimana:

y = Absorban larutan sampel

x = Konsentrasi larutan sampel

a = Slope

b = Intercept

3.5.3 Analisis Risiko Lingkungan Terhadap Ruang Laboratorium Teknik Sipil dengan Menggunakan *Google Form*

Pengolahan data yang dilakukan yaitu dengan menggunakan Analisis deskriptif untuk menggambarkan karakteristik dasar data dan memberikan gambaran umum mengenai profil responden, persepsi, dan keluhan. Cara pengolahan data yang dilakukan yaitu:

1. Demografi Responden

Menghitung persentase mahasiswa berdasarkan lokasi ruangan laboratorium dan tingkat semester,

2. Durasi dan Frekuensi Penggunaan Lab

Mempersentasekan mahasiswa berdasarkan waktu penggunaan ruang laboratorium dalam 1 semester dan lamanya penggunaan ruangan laboratorium pada waktu praktikum.

3. Jenis Keluhan Paling Umum

Membuat daftar gejala kesehatan yang paling sering dilaporkan oleh mahasiswa (misalnya, sakit kepala, batuk, pusing, iritasi mata, dll.). menampilkan dalam persentase dari total responden yang mengalami gejala tersebut.

4. Persepsi Paparan

Menunjukkan persentase mahasiswa yang merasakan adanya debu, bau kimia, panas, atau faktor lain yang tidak nyaman di laboratorium. Hal ini mengindikasikan persepsi mereka terhadap kondisi lingkungan.

5. Kesadaran Risiko

Menampilkan persentase mahasiswa yang memiliki kesadaran terhadap risiko di dalam ruang laboratorium.

6. Visual Data

Hasil dari pengumpulan data akan dipaparkan dalam bentuk visual data yang berisikan persentase terhadap data yang sudah diisi.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di kawasan Fakultas Teknik sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia yang berada di Jl. Kaliurang No.Km. 14,5, Krawitan, Umbulmartani, Kec. Ngemplak, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Penelitian dilakukan pada 2 ruangan yang berbeda, ruang pertama penelitian yaitu di ruang Laboratorium Bahan Konstruksi teknik yang terletak ditengah-tengah antara Fakultas Psikologi dan Ilmu Sosial Budaya dan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Ruangan kedua penelitian berada di ruangan Laboratorium Jalan Raya yang berada kawasan basement parkir dosen Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Pemilihan lokasi titik sampling dilakukan sudah sesuai dengan kriteria yang sudah ada di SNI 7230 - 2009 tentang Teknik Penentuan Titik Pengambilan Sampel Udara di Tempat Kerja yaitu titik pengambilan sampel udara dilihat berdasarkan ukuran unit kerja.

Berdasarkan kriteria pada SNI 7230 - 2009 lokasi titik pengambilan sampel udara dalam penelitian ini berada di 3 titik unit kerja ruang Laboratorium Teknik Sipil dengan 2 lokasi yang berbeda. Titik 1 berada di ruang Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik yang dapat dilihat seperti di Gambar 4.1 sebagai berikut:



Gambar 4. 1 Lokasi Penelitian Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (Titik 1)

Penempatan alat pada titik 1 pengambilan sampling berada tepat ditengah ruangan Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik. Ruangan yang terdapat sekatan pada arah sisi bagian belakang alat merupakan ruangan tempat dilakukannya pengujian beton, sedangkan untuk ruangan yang berada di titik penempatan alat merupakan kawasan tempat mahasiswa melakukan aktivitas seperti menimbang bahan uji, pemanasan bahan uji dengan menggunakan oven, dan tempat berlangsungnya pembelajaran atau ruang diskusi mahasiswa.

Titik 2 berada di ruang Laboratorium Jalan Raya 1 yang bertepatan di dalam ruang pembentukan aspal uji. Berikut merupakan kondisi eksisting di titik 2 yang dapat dilihat pada Gambar 4. 2.



Gambar 4. 2 Lokasi Penelitian Jalan Raya 1 (Titik 2)

Lokasi penempatan saat pengambilan sampling pada titik 2 berada di tengah area tempat pembentukan aspal uji. Pada sisi kanan dan sisi kiri dari arah alat LVAS merupakan alat yang digunakan untuk membentuk aspal uji. Nama alat ini adalah Pemadat Marshall (Marshall Compactor) yang berfungsi untuk menyiapkan spesimen campuran aspal dengan metode pemadatan standar, kemudian akan diuji sifat fisik dan mekaniknya di laboratorium.

Titik 3 berlokasi di ruang Laboratorium Jalan Raya 2 yang berada di ruangan persiapan bahan aspal uji. Kondisi eksisting titik sampling 3 dapat dilihat dapat Gambar 4. 3 sebagai berikut:



Gambar 4. 3 Lokasi Penelitian Jalan Raya 2 (Titik 3)

Penempatan alat pada titik 3 berada di area persiapan bahan aspal uji. Aktivitas yang dilakukan di dalam ruangan ini yaitu, penimbangan bahan aspal uji, penyaringan bahan aspal uji, pemanasan bahan aspal uji yang dilakukan dengan memasak diatas kompor, dan tempat berdiskusi mahasiswa.

Ketiga area ini dipastikan terdapat paparan debu karena dalam masing-masing ruangan laboratorium yang dijadikan sebagai titik pengambilan sampling merupakan area kerja untuk melakukan persiapan dan pengujian terhadap bahan uji. *Total Suspended Particulate* (TSP) dapat berasal dari debu, fume, dan asap yang dihasilkan dari aktivitas manusia, yaitu seperti pembakaran (Nurfadillah & Basri K, 2023). Timbal (Pb) dan Kromium (Cr) di udara dalam ruangan dapat berasal debu yang tersuspensi, kebocoran, penyimpanan yang buruk, atau pembuangan yang tidak memadai terhadap bahan uji yang digunakan (IQAir, 2018).

4.2 Analisis Hasil Pengukuran Konsentrasi TSP, Pb, dan Cr

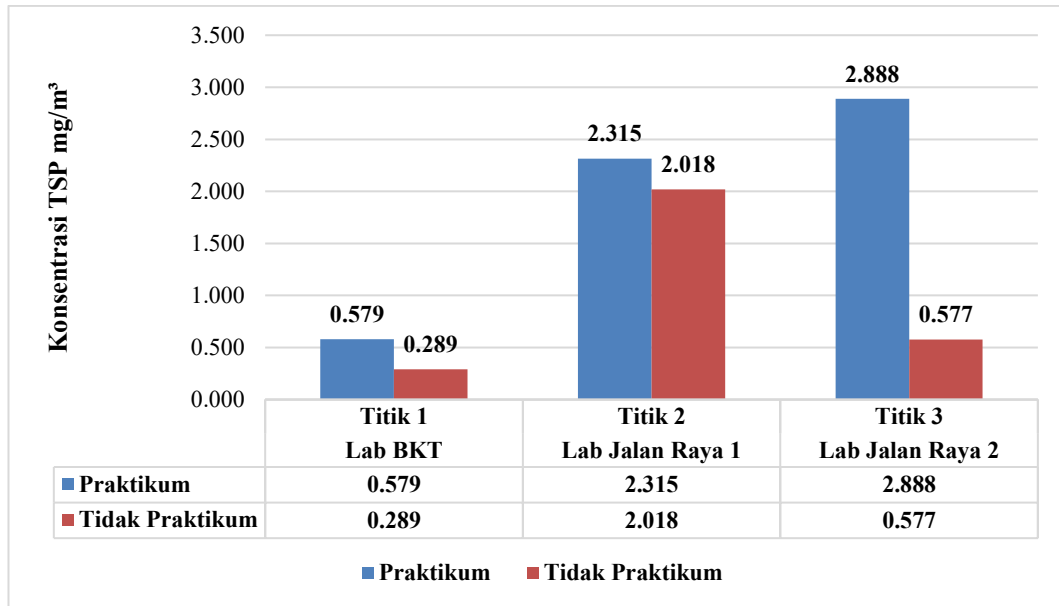
4.2.1 Pengukuran Konsentrasi TSP

Pengambilan sampel *Total Suspended Particulate* (TSP) dilakukan di dalam ruang Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia menggunakan alat LVAS yang dilengkapi dengan kertas *glass fiber filter* berukuran 47 mm dan laju alir pada alat tersebut berkisaran 3 – 15 Lpm. Filter ini berfungsi sebagai media penangkap partikel TSP. Proses penimbangan filter dilakukan sebelum dan sesudah pengambilan sampel sesuai dengan SNI 16-7058-2004 tentang Pengukuran Debu Total di Udara Tempat Kerja dengan meletakkan alat LVAS dengan tinggi sejajar zona pernafasan dan melakukan pengambilan data selama beberapa menit hingga satu jam. Tujuan penimbangan ini adalah untuk menghitung berat total debu yang tertangkap melalui metode gravimetri. Pengambilan sampel dilaksanakan selama delapan jam kerja di setiap lokasi, yaitu dari pukul 08.00 hingga 16.00 WIB.

Hasil dari perhitungan konsentrasi TSP akan dibandingkan dengan hasil konsentrasi TSP terhadap adanya aktivitas praktikum dengan tidak adanya aktivitas praktikum di dalam ruang Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia. Berikut adalah hasil dari perhitungan konsentrasi TSP di dalam ruang Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia ditunjukkan pada Tabel 4. 1 dan Gambar 4.4.

Tabel 4. 1 Konsentrasi TSP

Lokasi	Titik	Konsentrasi TSP		Baku Mutu	
		Praktikum	Tidak Praktikum	mg/m ³	µg/m ³
		mg/m ³	mg/m ³		
Lab BKT	Titik 1	0,579	0,289	10	10000
Lab Jalan Raya 1	Titik 2	2,315	2,018		
Lab Jalan Raya 2	Titik 3	2,888	0,577		



Gambar 4. 4 Grafik Konsentrasi TSP

Penelitian yang telah dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (Lab BKT) dan Laboratorium Jalan Raya Universitas Islam Indonesia menunjukkan variasi konsentrasi TSP pada tiga titik sampling yang dipengaruhi oleh aktivitas praktikum dan kondisi tidak praktikum. Berdasarkan Tabel 4.1 dan Grafik 4.4, konsentrasi TSP tertinggi ditemukan pada Titik 3 Laboratorium Jalan Raya 2 sebesar 2,888 mg/m³ saat praktikum, sedangkan konsentrasi terendah muncul pada Titik 1 Lab BKT dalam kondisi tidak praktikum yaitu 0,289 mg/m³. Nilai TSP pada saat praktikum cenderung lebih tinggi dibandingkan saat tidak ada praktikum, baik di laboratorium bahan konstruksi maupun jalan raya. Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas praktikum seperti pencampuran, pengujian, dan pergerakan bahan secara signifikan meningkatkan debu partikel dan suspensi di udara laboratorium.

Konsentrasi pada Titik 2 dan Titik 3 laboratorium jalan raya juga menunjukkan nilai mendekati atau melebihi batas baku mutu TSP harian yang ditetapkan yaitu 10.000 µg/m³ atau 10 mg/m³ sesuai Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018. Nilai pada saat praktikum (2,315 dan 2,888 mg/m³) lebih tinggi dibandingkan saat tidak praktikum (2,018 dan 0,577 mg/m³), menampilkan korelasi antara intensitas praktikum atau pengujian dan konsentrasi TSP. Penelitian terdahulu oleh Martiana (2023) juga mendukung temuan ini, di mana aktivitas manusia dan kendaraan yang banyak

menghasilkan TSP lebih tinggi dibandingkan waktu tidak aktif. Kajian lain mengungkapkan bahwa peningkatan konsentrasi TSP di laboratorium jalan raya tidak hanya mempengaruhi kegiatan praktikum, tetapi juga ventilasi, jumlah alat berat, serta kondisi cuaca di sekitar laboratorium. Penelitian oleh (Amri et al., 2022) juga menegaskan bahwa kecepatan angin dan kelembaban mempengaruhi tingkat TSP yang terlepas dari permukaan dan masuk ke dalam ruang laboratorium.

Secara umum, hasil penelitian ini menyatakan bahwa laboratorium yang aktif dengan kegiatan praktikum pada konstruksi material atau jalan lebih berisiko terhadap paparan TSP. Praktikum yang meliputi pengolahan beton, pengujian aspal, dan aktivitas material lainnya sangat mempengaruhi peningkatan jumlah partikel tersuspensi di udara.

4.2.2 Pengukuran Konsentrasi Pb

Konsentrasi Total Suspended Particulate (TSP) di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia (UII) ditentukan dari sampel yang dikumpulkan menggunakan kertas glass fiber filter berukuran 47 mm dengan bantuan alat LVAS. Setelah pengambilan sampel, kertas filter tersebut kemudian didestruksi untuk dianalisis kandungan logamnya. Proses analisis kadar logam ini mengacu pada SNI 7119-4-2017, yang mengatur tentang Uji Kadar Timbal (Pb) Menggunakan Metode Destruksi Basah dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) Nyala. Prinsip kerja dari alat SSA- nyala yaitu, pada larutan sampel yang telah mengalami destruksi basah akan diubah menjadi uap atom, kemudian uap atom tersebut berinteraksi dengan energi. Interaksi ini menyebabkan atom-atom mengalami eksitasi, dan ketika energi tersebut ditangkap oleh detektor, akan menghasilkan absorbansi yang dapat diukur (Lolo et al., 2020). Berikut merupakan hasil pengukuran konsentrasi Pb di dalam ruang Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia ditunjukkan dalam Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Konsentrasi Pb

Lokasi	Titik Sampling	Konsentrasi Pb		Baku Mutu	
		Praktikum	Tidak Praktikum	mg/m ³	µg/m ³
		mg/m ³	mg/m ³		
Lab BKT	Titik 1	0.003575	0.003575	0.15	150
Lab Jalan Raya 1	Titik 2	0.012769	0.005618		
Lab Jalan Raya 2	Titik 3	0.065888	0.037285		

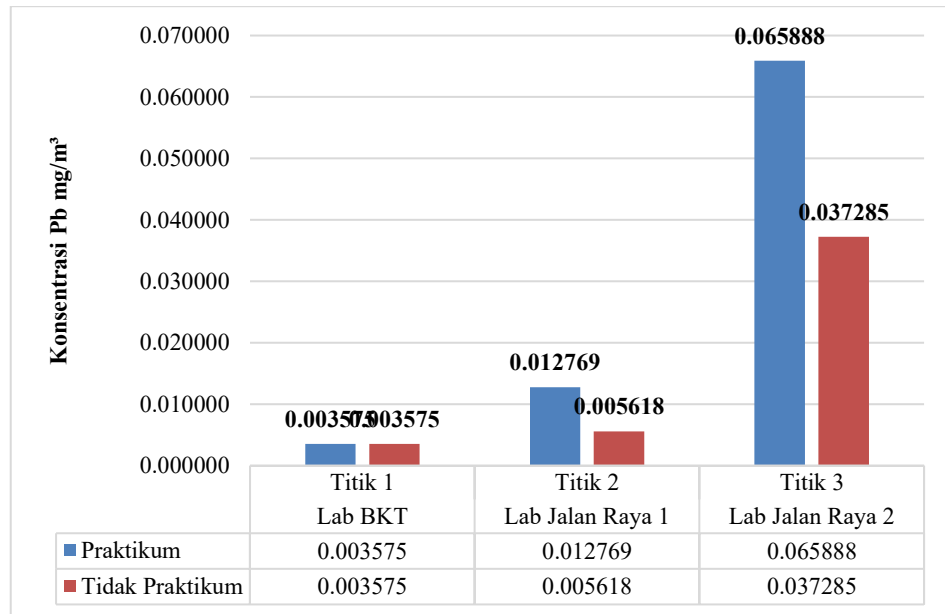
Berdasarkan Tabel 4.2 menunjukkan hasil pengukuran konsentrasi Pb (timbangan) di udara dari tiga titik sampling di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (Lab BKT) dan Laboratorium Jalan Raya di Universitas Islam Indonesia. Berdasarkan data Tabel, konsentrasi Pb pada setiap titik sampling masih berada jauh dibawah baku mutu yang ditetapkan pemerintah, yaitu 0,15 mg/m³ atau 150 µg/m³.

Pada Titik 1 Lab BKT, nilai konsentrasi Pb saat praktikum dan tidak praktikum sama, yaitu sebesar 0,003575 mg/m³. Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas praktikum di laboratorium bahan konstruksi teknik tidak menyebabkan peningkatan yang signifikan terhadap kadar Pb di udara. Aktivitas pada laboratorium bahan konstruksi, selama tidak menggunakan bahan logam berat secara langsung, cenderung menghasilkan emisi Pb yang sangat rendah. Pada Lab Titik 2 Jalan Raya 1, terjadi sedikit variasi antara kondisi praktikum (0,012769 mg/m³) dan tidak praktikum (0,005618 mg/m³). Peningkatan konsentrasi Pb pada saat praktikum menunjukkan adanya aktivitas yang dapat menghasilkan partikel logam berat ke udara, seperti pengujian material jalan yang berpotensi mengandung Pb, misalnya agregat hasil daur ulang atau sisa aspal lama.

Peningkatan tertinggi konsentrasi Pb ditemukan di Titik 3 Lab Jalan Raya 2, dengan nilai saat praktikum 0,065888 mg/m³ dan saat tidak praktikum 0,037285 mg/m³. Peningkatan konsentrasi ini terjadi akibat intensitas praktikum, penggunaan material campuran aspal, slag baja, atau agregat bekas industri yang diketahui dapat membawa kandungan logam berat seperti Pb. Penelitian oleh (Sousa et al., 2021) menyatakan bahwa laboratorium dengan frekuensi aktivitas lebih tinggi dan lokasi lebih terbuka

cenderung memiliki paparan partikel logam berat lebih besar. Secara keseluruhan, hasil menunjukkan bahwa aktivitas praktikum, terutama di laboratorium jalan raya, mampu meningkatkan konsentrasi Pb di udara, meskipun masih berada dalam batas aman baku mutu.

Grafik hasil pengukuran dapat dilihat pada Gambar 4.6 sebagai berikut:



Gambar 4. 5 Grafik Konsentrasi Pb

Hasil analisis konsentrasi Pb (timbang) pada udara di ruang Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia dapat dilihat pada Gambar 4.5. Grafik tersebut menunjukkan variasi konsentrasi Pb pada tiga titik sampling di dua kondisi, yaitu saat praktikum dan tidak praktikum. Pada Titik 1 (Lab Bahan Konstruksi Teknik), konsentrasi Pb saat praktikum dan tidak praktikum bernilai sama, yaitu 0,003575 mg/m³. Nilai ini termasuk rendah, yang menunjukkan aktivitas bahan di laboratorium tidak memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan konsentrasi Pb di udara. Pada Titik 2 (Lab Jalan Raya 1), terjadi peningkatan konsentrasi Pb saat praktikum (0,012769 mg/m³) dibandingkan saat tidak praktikum (0,005618 mg/m³). Peningkatan paling signifikan terjadi pada Titik 3 (Lab Jalan Raya 2), di mana konsentrasi Pb saat praktikum mencapai 0,065888 mg/m³, sedangkan saat tidak praktikum sebesar 0,037285 mg/m³.

Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas praktikum yang melibatkan material jalan raya, seperti aspal atau slag, memberikan kontribusi besar terhadap peningkatan Pb di udara laboratorium. Temuan ini sejalan dengan penelitian (Martiana, 2023), yang menemukan bahwa aktivitas pengujian material jalan raya dapat meningkatkan emisi logam berat, terutama pada area dengan ventilasi yang kurang optimal. Konsentrasi Pb di laboratorium teknik dapat meningkat drastis selama kegiatan praktikum, terutama jika menggunakan bahan dengan potensi kontaminasi logam berat. Selain itu, sumber logam berat juga bisa berasal dari peralatan laboratorium yang usang, hasil korosi, atau kontaminasi debu eksternal yang terbawa ke dalam ruang laboratorium (Sousa et al., 2021). Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan konsentrasi Pb yang cukup mencolok antara laboratorium bahan konstruksi dan laboratorium jalan raya, serta adanya pengaruh signifikan dari aktivitas praktikum terhadap peningkatan konsentrasi Pb, terutama pada laboratorium yang berhubungan langsung dengan material jalan raya.

4.2.3 Pengukuran Konsentrasi Cr

Pada analisis data parameter Kromium (Cr) tidaklah berbeda dengan analisis parameter Timbal (Pb) yaitu, dengan menggunakan data dari konsentrasi Total Suspended Particulate (TSP) Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia (UII). Metode analisis data yang digunakan oleh parameter Cr yaitu dengan melakukan destruksi basah terhadap kertas filter yang digunakan saat pengambilan sampling udara dengan menggunakan alat LVAS. Tujuan dilakukannya destruksi basah adalah untuk menganalisis kandungan logam. Proses analisis kadar logam pada parameter Cr menggunakan acuan SNI 7119-4-2017 tentang Uji Kadar Timbal (Pb) Menggunakan Metode Destruksi Basah dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) Nyala. Alasan digunakannya SNI 7119-4-2017 karena belum adanya standar spesifik yang tersedia untuk uji kadar kromium dengan menggunakan metode destruksi basah dengan SSA-nyala.

Meskipun Pb dan Cr adalah unsur yang berbeda, keduanya tergolong sebagai logam berat yang dapat dianalisis dengan AAS. Kedua parameter ini memiliki sifat kimia yang memungkinkan untuk membentuk senyawa yang stabil dalam larutan asam setelah destruksi, dan kemudian di atomisasi dalam nyala api. Penggunaan SNI tersebut hanya digunakan untuk prosedur destruksi dan instrumental, sedangkan pada saat pembacaan AAS memiliki perbedaan terhadap panjang gelombang yang digunakan. Parameter Cr menggunakan panjang gelombang sebesar 357.9 nm sedangkan untuk parameter Pb menggunakan panjang gelombang 217.0 nm. atau 283.3 nm (Sean et al., 2022). Berikut merupakan hasil pengukuran konsentrasi Cr di dalam ruang Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia ditunjukkan dalam Tabel 4. 3.

Tabel 4. 3 Konsentrasi Cr

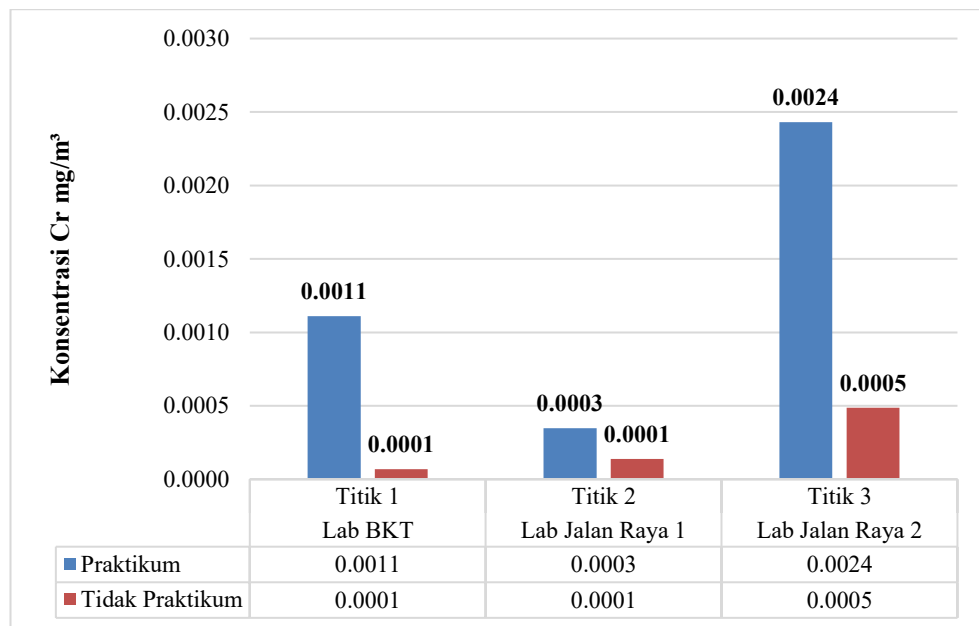
Lokasi	Titik Sampling	Konsentrasi Cr		Baku Mutu	
		Praktikum	Tidak Praktikum	mg/m ³	µg/m ³
		mg/m ³	mg/m ³		
Lab BKT	Titik 1	0,0011	0,0001	0,001	1
Lab Jalan Raya 1	Titik 2	0,0003	0,0001		
Lab Jalan Raya 2	Titik 3	0,0024	0,0005		

Berdasarkan Tabel 4.3, konsentrasi Cr menunjukkan adanya peningkatan pada saat praktikum dibandingkan kondisi tidak praktikum di sebagian besar titik sampling. Nilai tertinggi diperoleh di Lab Jalan Raya 2 (Titik 3) sebesar 0,0024 mg/m³ pada kondisi praktikum, sedangkan nilai terendah tercatat di Lab Jalan Raya 1 (Titik 2) sebesar 0,0001 mg/m³ pada kondisi tidak praktikum. Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas praktikum berkontribusi nyata terhadap peningkatan kadar kromium di udara laboratorium.

Konsentrasi Kromium (Cr) yang terukur melebihi baku mutu pada Lab BKT (Titik 1) dan Lab Jalan Raya 2 (Titik 3) saat praktikum, mengindikasikan adanya kontribusi nyata dari aktivitas laboratorium terhadap pelepasan logam berat ke udara. Sumber utama kromium di

laboratorium Teknik Sipil berasal dari penggunaan material berbasis semen, beton, dan aspal, yang secara alami mengandung senyawa kromium dalam jumlah tertentu. Pada saat proses penggerusan sampel, pengujian kuat tekan, pengolahan campuran aspal, maupun pemanasan material, kromium dapat terlepas ke udara dalam bentuk debu halus maupun partikulat yang terhirup.

Grafik hasil pengukuran dapat dilihat pada Gambar 4.6 sebagai berikut:



Gambar 4. 6 Grafik Konsentrasi Cr

Hasil penelitian mengenai konsentrasi Cr di udara laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia dapat diinterpretasikan melalui Gambar 4.6. Grafik tersebut menampilkan konsentrasi Cr pada tiga titik sampling Lab Bahan Konstruksi Teknik (BKT), Lab Jalan Raya 1, dan Lab Jalan Raya 2 baik saat praktikum maupun tidak praktikum. Pada Titik 1 (Lab BKT), konsentrasi Cr saat praktikum adalah 0,0011 mg/m³ dan menurun drastis menjadi 0,0001 mg/m³ saat tidak praktikum. Fenomena serupa juga terjadi pada Titik 2 (Lab Jalan Raya 1), di mana nilai Cr saat praktikum yaitu 0,0003 mg/m³, dan turun menjadi 0,0001 mg/m³ pada kondisi tidak praktikum. Peningkatan yang paling mencolok tampak pada

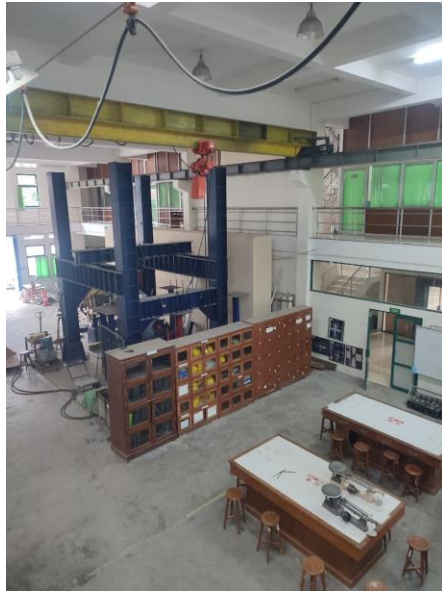
Titik 3 (Lab Jalan Raya 2), dengan konsentrasi Cr saat praktikum mencapai $0,0024 \text{ mg/m}^3$ dan saat tidak praktikum sebesar $0,0005 \text{ mg/m}^3$.

Hasil ini menunjukkan bahwa aktivitas praktikum sangat mempengaruhi peningkatan konsentrasi Cr di udara laboratorium, terutama pada Laboratorium Jalan Raya 2. Hal tersebut dapat terjadi akibat penggunaan material yang mengandung senyawa logam berat, seperti slag baja, limbah industri, atau agregat jalan yang diketahui mengandung Cr tinggi. Studi oleh (Sulaiman et al., 2024). menyebutkan bahwa aktivitas praktikum, khususnya pengujian material jalan, biasanya menghasilkan debu dan residu berat logam lebih banyak dibandingkan dengan aktivitas di laboratorium bahan konstruksi. Konsentrasi Cr yang lebih tinggi pada saat praktikum dibandingkan saat tidak praktikum juga konsisten dengan penelitian sebelumnya oleh (Susanto et al., 2013) di mana aktivitas manusia, pemrosesan dan pemanasan material konstruksi, serta kurang optimalnya sirkulasi udara laboratorium bagian besar menambah beban pencemar logam berat di udara. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menegaskan bahwa aktivitas praktikum yang intensif, penggunaan material tertentu, dan kondisi ventilasi di laboratorium sangat berpengaruh terhadap tingkat kontaminasi Cr.

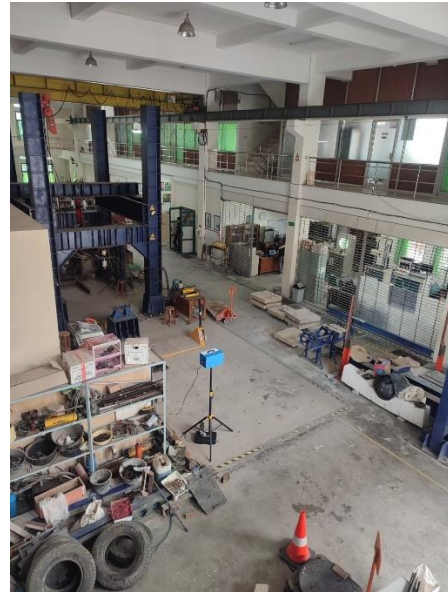
4.2.4 Sumber Polutan

1. Analisis sumber polutan berdasarkan kondisi ruang Laboratorium

Penelitian dilakukan di lokasi Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT) dan Laboratorium Jalan Raya. Pada lokasi Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik ruangnya berdampingan dengan ruangan Laboratorium Struktur dan Mekanika Rekayasa (SMR) Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia. Ruangan BKT dan SMR memiliki keterkaitan langsung karena keduanya berada dalam area yang sama dan saling terhubung secara fisik. Berikut lokasi Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik dan Laboratorium Struktur dan Mekanika Rekayasa dapat dilihat pada Gambar 4.7 sebagai berikut.



a



b

Gambar 4. 7 Laboratorium (a) Bahan Konstruksi Teknik dan (b) Struktur & Mekanik Rekayasa

Area ini berfungsi sebagai tempat kegiatan praktikum mahasiswa, terutama untuk kegiatan uji material konstruksi seperti beton, semen, pasir, dan campuran lainnya. Selain itu, ruangan laboratorium ini memiliki akses terbuka yang memungkinkan kendaraan seperti mobil untuk masuk ke area dalam ruangan. Mobil yang masuk ke dalam ruangan tersebut biasanya merupakan mobil yang membawa sampel uji. Berikut merupakan situasi ruangan Laboratorium jika ada mobil yang masuk ke dalam ruangan yang terlihat seperti pada Gambar 4.8 sebagai berikut:



Gambar 4. 8 Kondisi Ruangan Laborarium BKT dan SMR

Kondisi ini berpotensi menambah sumber polutan udara karena emisi kendaraan menghasilkan partikulat tersuspensi (TSP) serta logam berat seperti timbal (Pb) dan kromium total (Cr) dari proses pembakaran bahan bakar fosil pada mesin. Peralatan yang terdapat di dalam laboratorium, seperti mesin tekan beton, tungku pemanas, alat penimbangan bahan, dan area pengayakan, juga berperan sebagai sumber polutan sekunder melalui aktivitas mekanik dan proses pemanasan bahan konstruksi (Annisa & Octavya, 2013).

Analisis potensi sumber polutan di laboratorium jalan raya dilakukan tidak hanya berdasarkan aktivitas, tetapi juga berdasarkan kondisi ruangnya. Laboratorium ini memiliki tata letak dan bahan penyusun yang berpotensi menjadi sumber utama polusi udara di dalam ruangan. Banyaknya alat berat berbahan logam, tumpukan konstruksi material, ventilasi alami yang besar, serta keberadaan kontainer dan wadah terbuka, menjadi ciri khas yang mempengaruhi kualitas udara. Faktor struktural dan material di dalam ruangan, seperti alat logam dan material terbuka, menjadi sumber utama polutan seperti TSP (Total Suspended Particulate), Pb (timbal) dan kromium total (Cr) di dalam

ruang. Kondisi ruangan yang padat, sirkulasi udara yang tidak terkontrol dengan baik, serta banyaknya sumber material yang terbuka menjadikan ruangan laboratorium ini memiliki potensi akumulasi dan pelepasan TSP, Pb, dan Cr ke udara. Berikut merupakan kondisi ruang Laboratorium Jalan Raya dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4. 9 Kondisi Ruang Laboratorium Jalan Raya


Pada Gambar 4.9 menampilkan bagaimana tata ruang dan susunan alat atau bahan di Laboratorium Jalan Raya menciptakan kondisi yang mendukung terjadinya polusi udara. Tumpukan alat logam, beberapa di antaranya menampilkan tanda-tanda oksidasi dan korosi, dapat menjadi sumber pelepasan partikel logam berat seperti Pb dan Cr secara bertahap ke udara. Selain itu, wadah-wadah konstruksi material tanpa penutup serta debu yang menumpuk di permukaan lantai meningkatkan potensi resuspensi partikel TSP setiap kali terjadi gangguan fisik maupun perubahan aliran udara. Penelitian yang dilakukan oleh Pertiwi, Z. (2023) menunjukkan adanya korelasi antara suhu, kelembaban, dan jumlah bahan terbuka dengan tingkat konsentrasi TSP di dalam ruangan. Penempatan alat berat dan sistem ventilasi yang kurang tepat dapat berkontribusi terhadap Tingginya kadar TSP dan Pb di laboratorium udara,


di mana kontaminasi debu dan logam berat sering terjadi karena kombinasi tumpukan alat serta sirkulasi yang tidak optimal.



2. Analisis sumber polutan berdasarkan aktivitas dalam ruang

Aktivitas praktikum di Laboratorium Jalan Raya dan Bahan Konstruksi Teknik melibatkan berbagai proses seperti pengujian bahan, pencampuran, pemanasan, dan penimbangan bahan konstruksi. Setiap aktivitas tersebut berpotensi menghasilkan polutan udara seperti partikel debu (TSP), timbal (Pb), dan kromium (Cr) yang dapat mempengaruhi kualitas udara di dalam ruangan. Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas, berikut disajikan Tabel yang menghubungkan aktivitas praktikum dengan potensi sumber polutan yang dihasilkan berdasarkan hasil penelitian dan observasi laboratorium dapat dilihat pada Tabel 4.4 sebagai berikut.

Tabel 4. 4 Sumber Polutan Berdasarkan Aktivitas dalam Ruang

Dokumentasi	Aktivitas	Polutan	Keterangan
	<p>Memasak aspal uji</p>	<p>TSP Pb Cr</p>	<p>Aktivitas memasak aspal uji di laboratorium berpotensi menghasilkan polutan udara berupa partikel debu halus (TSP) akibat pemanasan bahan, percikan, dan proses pencampuran aspal dengan agregat. Jika agregat kasar yang digunakan adalah slag baja, risiko pelepasan logam berat seperti timbal (Pb) dan kromium (Cr) ke udara meningkat. Slag baja diketahui mengandung residu logam berat yang dapat terlepas melalui penguapan, pelepasan partikel selama proses pemanasan dan</p>

Dokumentasi	Aktivitas	Polutan	Keterangan
			pencampuran, maupun dari emisi uap aspal. Menurut penelitian Banurea, (2020) penggunaan slag baja sebagai agregat pada aspal dapat meningkatkan potensi kontaminasi udara laboratorium oleh logam berat Pb dan Cr, selain partikel debu (TSP), sehingga perlu pemantauan khusus terhadap kualitas udara pada aktivitas ini.
	Pemanasan atau oven beton uji	TSP Pb Cr	Proses pemanasan atau oven beton uji di laboratorium berpotensi menghasilkan partikel debu halus (TSP) yang berasal dari permukaan beton, sisa material, atau serpihan kecil pada saat material dikeluarkan dan dimasukkan ke dalam oven. Jika beton uji atau agregat yang digunakan mengandung bahan berbasis slag baja, maka pelepasan polutan logam berat seperti timbal (Pb) dan kromium (Cr) bisa terjadi melalui proses penguapan atau pelepasan debu halus akibat panas oven. Slag baja sebagai agregat kasar diketahui dapat mengandung residu logam berat yang berisiko terlepas ke udara selama proses pemanasan, memperbesar potensi kontaminasi udara laboratorium. Hal ini sesuai temuan penelitian Hayati, (2017) terkait sifat polutan dari slag baja.

Dokumentasi	Aktivitas	Polutan	Keterangan
	Pengayakan bahan uji	TSP Pb Cr	<p>Proses pengayakan bahan uji seperti pasir, agregat, atau tanah dapat menghasilkan partikel debu halus (TSP) yang terlepas ke udara. Bahan uji seperti slag baja mengandung limbah logam berat yang dimana bahan tersebut dapat menghasilkan polutan seperti timbal (Pb) dan kromium (Cr) dan dapat tersuspensi sebagai debu. Penelitian menunjukkan aktivitas pengayakan di laboratorium konstruksi sangat berpotensi menambah konsentrasi TSP dan logam berat, terutama dari agregat kasar seperti penggunaan slag baja atau steel baja yang berasal dari limbah industri logam berat (BSN, 2024)</p>
	Pengujian beton uji	TSP Pb Cr	<p>Pengujian beton melibatkan pemecahan, pemotongan, atau penyiapan benda uji yang dapat menghasilkan partikel debu (TSP). Beberapa mahasiswa yang melakukan penelitian untuk tugas akhir terdapat melakukan penelitian untuk membuat membuat beton dengan menggunakan campuran slag baja atau steel baja. Bahan ini mengandung logam berat, timbal (Pb) dan kromium (Cr) yang dapat lepas ke udara. Proses pemecahan beton serta penggunaan bahan dengan adanya kandungan logam dan alat logam dapat memperbesar risiko pelepasan polutan tersebut.</p>

4.3 Analisis Hasil Pengukuran Data Meteorologi

Pencuplikan data meteorologi dilakukan selama 6 hari dengan jangka waktu per satu jam dalam kurun waktu delapan jam untuk setiap titik sampel pengambilan konsentrasi polutan pada parameter penelitian. Pengambilan data dimulai pada pukul 08.00 - 16.00 WIB untuk setiap harinya. Selama pengumpulan data, data meteorologi direkam di ruang Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik dan Laboratorium Jalan raya dilakukan sebanyak 8 kali dalam kurun waktu satu jam. Rata-rata temuan data faktor meteorologi yang dikumpulkan di ruang Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia disajikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Hasil Data Meteorologi dalam ruang Laboratorium Teknik Sipil UII

Hari / Tanggal	Lokasi	Suhu °C	Kelembapan (%)	Tekanan Udara (mb)	Kecepatan Angin (m/s)
Selasa, 1 Juli 2025	Lab BKT	26.6	73	1012	0.26
Rabu, 2 Juli 2025	Lab Jalan Raya 1	26.7	76	1012	0.76
Kamis, 3 Juli 2025	Lab Jalan Raya 1	27.9	69	1012	0.67
Jum'at 4 Juli 2025	Lab BKT	26.8	73	1012	0.21
Selasa, 8 Juli 2025	Lab Jalan Raya 2	27.4	76	1012	1.00
Kamis, 10 Juli 2025	Lab Jalan Raya 2	27.3	71	1012	0.72

Berdasarkan Tabel 4.5 Kondisi lingkungan pada saat pengambilan sampel didapatkan hasil rata-rata suhu tertinggi yaitu 27.9 °C pada Kamis, 3 Juli 2025 yang berada di dalam ruang Laboratorium Jalan Raya 1. Kemudian suhu terendah yaitu 26,6 °C pada hari Selasa, 1 Juli 2025. Untuk nilai kelembaban hasil rata-rata tertinggi pada hari Rabu, 2 Juli 2025 dan hari Selasa, 8 Juli 2025 yaitu 76%, serta rata-rata terendahnya pada hari Kamis, 3 Juli 2025 dengan nilai 69%. Selanjutnya nilai rata-rata tekanan udara menggunakan data dari website AQI yang berada pada nilai 1012 mb. Hasil rata-rata dari nilai kecepatan angin tertinggi terdapat pada hari Selasa, 8 Juli 2025 dengan nilai 1 m/s sedangkan untuk nilai rata-rata terendah terdapat pada hari Jum'at, 4 Juli 2025 sebesar 0,21 m/s.

4.4. Analisis Persepsi Risiko dan Paparan dan Potensi Dampak Kesehatan & Kesadaran Risiko di Laboratorium Teknik Sipil

Analisis Persepsi Risiko dan Paparan dan Potensi Dampak Kesehatan & Kesadaran Risiko di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia dilakukan dengan cara penyebaran kuesioner kepada mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia. Penyebaran kuesioner dilakukan pada waktu pengambilan sampling udara dimana pemberian kuesioner diberikan kepada mahasiswa yang sedang melakukan praktikum di dalam ruang laboratorium. Kuesioner yang disebarakan berbentuk website atau yang sering dikenal dengan *Google Form*. Website *Google Form* adalah layanan gratis dari Google yang memudahkan pengguna membuat formulir, survei, kuis, atau kuesioner secara online. Alat ini memungkinkan untuk pengumpulan data atau informasi dari responden secara langsung, dengan hasil yang otomatis tersimpan di *Google Sheets* untuk analisis lebih lanjut. Pengguna dapat menyesuaikan formulir dengan berbagai jenis pertanyaan (pilihan ganda, kotak centang, esai) dan mempublikasikannya melalui tautan atau menyematkannya di situs web. Layanan ini banyak dimanfaatkan dalam pendidikan, bisnis, dan penelitian, mulai dari survei hingga formulir pendaftaran (Santi, 2024). Penyajian terhadap data kuesioner akan dibagi menjadi 2 lokasi yaitu untuk Laboratorium Bahan Konstruksi dan Laboratorium Jalan Raya. Berikut merupakan hasil rata-rata mahasiswa Teknik Sipil menggunakan ruangan Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia yang dilampirkan pada Tabel 4.6 Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik dan Tabel 4. 6 Laboratorium Jalan Raya.

Tabel 4. 6 Data Mahasiswa Pengguna Ruangan Laboratorium BKT

Angkatan	Rata-rata Penggunaan Lab (1 Semester)	Rata-rata Waktu Penggunaan Lab (1 Hari)
2019	10 kali	2 jam
2020	15 kali	3 jam
2020	10 kali	2 jam
2020	2 kali	3 jam
2020	20 kali	8 jam

Angkatan	Rata-rata Penggunaan Lab (1 Semester)	Rata-rata Waktu Penggunaan Lab (1 Hari)
2023	4 kali	4 jam
2024	10 kali	2 jam

Jika dilihat data pada Tabel 4.6 rata-rata mahasiswa Teknik Sipil menggunakan ruang Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik selama kurun waktu 1 semester yaitu 10 kali dalam 1 semester. Sedangkan untuk rata-rata waktu dalam 1 hari mahasiswa Teknik Sipil menggunakan ruang Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik yaitu selama 3 jam dalam waktu 1 hari. Terdapat data dari salah satu mahasiswa yang menggunakan ruang laboratorium sebanyak 20 kali dalam 1 semester dan waktu penggunaan ruang laboratorium yaitu 8 jam dalam 1 hari. Hal itu terjadi karena mahasiswa tersebut sedang melakukan penelitian tugas akhir. Dimana saat melakukan penelitian dalam rentang waktu 1 bulan mahasiswa tersebut bisa setiap hari ke laboratorium dengan penggunaan ruangan dalam 1 harinya yang dimulai pada pagi sampai dengan sore hari.

Tabel 4. 7 Data Mahasiswa Pengguna Ruangan Laboratorium Jalan Raya

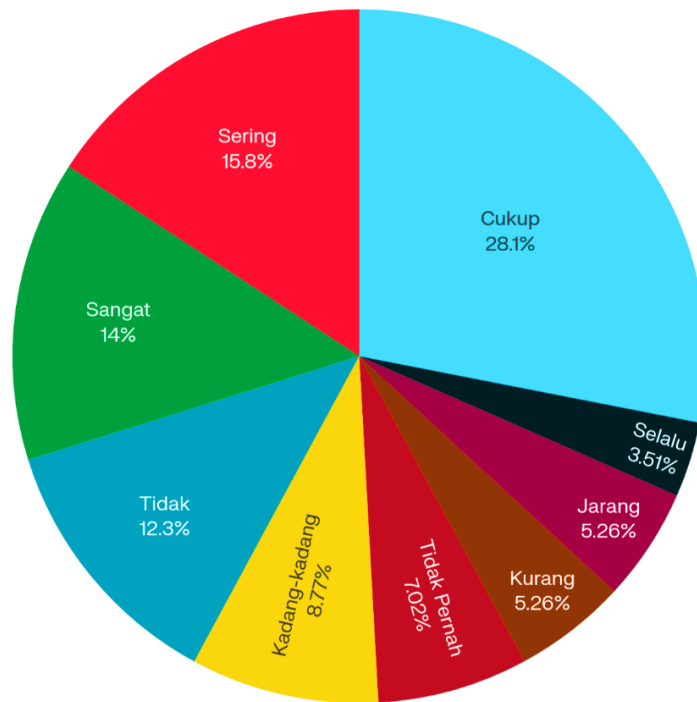
Angkatan	Rata-rata Penggunaan Lab (1 Semester)	Rata-rata Waktu Penggunaan Lab (1 Hari)
2018	3 kali	2 jam
2020	4 kali	2 jam
2020	20 kali	8 jam
2020	4 kali	3 jam
2020	5 kali	3 jam
2023	4 kali	4 jam
2023	6 kali	3 jam

Pada Tabel 4.7 melampirkan data mahasiswa Teknik Sipil saat menggunakan ruang Laboratorium Jalan raya. Untuk hasil data rata-rata mahasiswa Teknik Sipil menggunakan ruang Laboratorium Jalan Raya yang dihitung untuk 1 semesternya yaitu sebanyak 7 kali penggunaan. Sedangkan

untuk rata-rata waktu dalam 1 hari mahasiswa Teknik Sipil dapat menggunakan ruangan laboratorium selama 4 jam untuk 1 harinya. Sama halnya dengan ruang Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik dimana terdapat salah satu data dari mahasiswa yang penggunaan ruang laboratorium sebanyak 20 kali yang artinya mahasiswa tersebut menggunakan ruangan laboratorium dalam waktu 1 bulan penuh yang dipotong dengan hari libur ruang laboratorium yaitu pada hari Sabtu dan Minggu. Untuk alasan dari mahasiswa tersebut sama halnya dengan Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik yaitu sedang mengerjakan tugas akhir yang dimana penelitiannya dilakukan di ruang Laboratorium Jalan Raya.

4.4.1 Persepsi Risiko Pengguna Laboratorium Teknik Sipil

Pengisian kuesioner pada Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik dilakukan untuk mengetahui sejauh mana mahasiswa dan staf menyadari adanya paparan debu serta polutan udara lainnya selama kegiatan praktikum. Persepsi ini penting karena dapat mencerminkan tingkat kenyamanan dan kesadaran pengguna laboratorium terhadap potensi bahaya kesehatan akibat paparan jangka pendek maupun jangka panjang. Hasil rekapitulasi persepsi responden ditampilkan pada Gambar 4.10.



Keterangan:

SERING 15,8%	KADANG² 8,77%	TIDAK PERNAH 7,02%	JARANG 5,26%	SELALU 3,51%	CUKUP EFEKTIF 28,1%	SANGAT EFEKTIF 14%	TIDAK EFEKTIF 12,3%	KURANG EFEKTIF 5,26%
<ul style="list-style-type: none"> - Terpapar Debu - Melihat Endapan Debu - Mencium Aroma Tidak Biasa atau Berbau Logam - Menggunakan APD 					<ul style="list-style-type: none"> - Seberapa Efektif Sistem Ventilasi 			

Gambar 4. 10 Data Persepsi Risiko dan Paparan Laboratorium Teknik Sipil

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan menggunakan wawancara melalui pengisian Google Form, sebanyak 14 responden yang seluruhnya merupakan mahasiswa Teknik Sipil memberikan tanggapan mengenai persepsi risiko dan paparan di laboratorium. Dari jumlah tersebut, 7 responden berasal dari laboratorium bahan konstruksi teknik dan 7 responden lainnya berasal dari laboratorium jalan raya. (Hakim et al., 2023).

Responden diminta untuk menilai frekuensi paparan dan risiko di lingkungan laboratorium berdasarkan empat pertanyaan utama terkait paparan debu atau partikel di udara, keberadaan endapan debu, aroma atau bau tidak biasa di laboratorium, serta frekuensi penggunaan alat pelindung

diri (APD) respirasi. Secara umum, hasil survei menunjukkan variasi persepsi dan pengalaman paparan di laboratorium.

3. Sebagian besar responden menjawab frekuensi paparan debu atau partikel di udara dengan kategori "Cukup" sebanyak 28,1% dan "Sering" sebanyak 15,8%. Hal ini menunjukkan bahwa paparan debu di laboratorium bahan konstruksi teknik cukup menjadi perhatian utama.
4. Sedangkan kategori "Sangat" tercatat sebesar 14%, yang mengindikasikan terdapat kelompok responden yang merasa terpapar secara signifikan selama beraktivitas di laboratorium.
5. Hasil selanjutnya menunjukkan bahwa hanya 3,51% responden yang selalu menggunakan APD pernapasan, sedangkan selebihnya masih tergolong rendah, dengan persentase "Jarang" dan "Kurang" masing-masing sebesar 5,26%.
6. Selain itu, ditemukan juga responden yang merasakan atau mencium bau menyengat maupun bau logam/kimia sebanyak 7,02%.
7. Pada kategori penggunaan APD respirasi, sebagian besar responden cenderung tidak menggunakannya secara rutin, di mana untuk kategori "Tidak" diperoleh 12,3%, dan "Kadang-kadang" sebanyak 8,77%

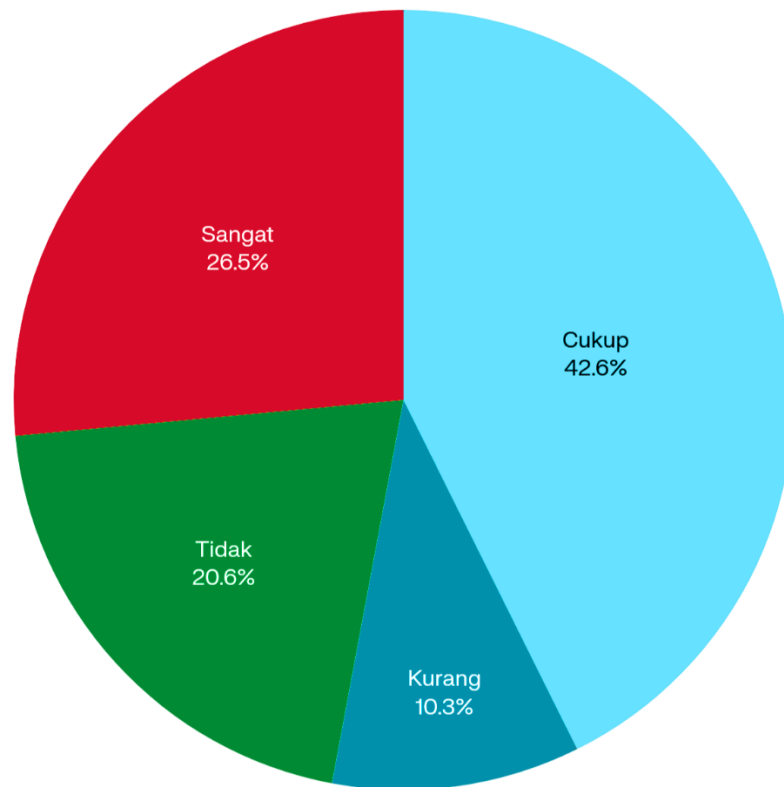
Diagram lingkaran pada data persepsi risiko dan paparan di laboratorium menggambarkan proporsi responden yang memilih masing-masing kategori frekuensi terhadap paparan debu, bau, hingga penggunaan APD. Berikut interpretasi arti setiap kategori yang tampak dalam diagram tersebut:

- Cukup: Menunjukkan bahwa seringkali responden mengalami atau merasakan paparan risiko, namun frekuensinya tidak terlalu tinggi. Artinya, kejadian tersebut cukup umum terjadi di lingkungan laboratorium, tetapi belum pada tingkat yang sangat sering.
- Sedang (jarang, kurang): Kategori seperti "Jarang" dan "Kurang" menggambarkan tingkat paparan atau kejadian yang rendah, di mana hanya sesekali saja responden mengalami paparan atau risiko tersebut.

- Sering: Menandakan bahwa paparan atau risiko dialami dengan frekuensi yang tinggi. Banyak responden merasakan risiko ini secara konsisten saat melakukan aktivitas di laboratorium.
- Sangat: Kategori ini menunjukkan paparan atau risiko yang sangat sering terjadi, dan sifatnya signifikan menurut persepsi responden, sehingga perlu perhatian lebih terkait pengendalian risiko di laboratorium.
- Tidak: Kategori yang menandakan responden merasa tidak pernah (atau hampir tidak pernah) mengalami paparan atau risiko tersebut selama beraktivitas di laboratorium.
- Kadang-kadang: Menunjukkan kejadian yang hanya terjadi secara sporadis atau sewaktu-waktu, tanpa pola yang rutin.
- Selalu: Responden yang memilih kategori ini merasakan paparan atau risiko secara konsisten setiap saat mereka berada di laboratorium, atau selalu melakukan tindakan pencegahan seperti menggunakan APD tanpa henti.
- Tidak Pernah: Artinya responden merasa sama sekali tidak pernah mengalami paparan, risiko, atau tidak pernah menggunakan APD saat di laboratorium.

4.4.2 Potensi Dampak Kesehatan dan Kesadaran Risiko Laboratorium Teknik Sipil

Selain menilai persepsi risiko paparan debu, kuesioner juga menggali informasi terkait potensi dampak kesehatan dan kesadaran risiko mahasiswa serta staf di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik. Hal ini penting untuk melihat sejauh mana pengguna laboratorium menyadari risiko kesehatan jangka pendek maupun jangka panjang akibat kualitas udara dalam ruang. Rekapitulasi hasil kuesioner ditampilkan pada Gambar 4.11.



Keterangan:

CUKUP 42,6%	SANGAT 26,5%	TIDAK 20,6%	KURANG 10,3%
- Kwatir Terhadap Dampak Jangka Panjang dari Kualitas Udara dalam Ruang - Mendapatkan Informasi Mengenai Risiko Kesehatan - Pentingnya Pemantauan Rutin Kualitas Udara			

Gambar 4. 11 Potensi Dampak Kesehatan & Kesadaran Risiko di Laboratorium Teknik Sipil

Data survei ini diambil dari 14 responden mahasiswa Teknik Sipil, dengan 7 orang berasal dari laboratorium bahan konstruksi teknik dan 7 orang dari laboratorium jalan raya. Survei dilakukan melalui Google Form yang berisi pertanyaan mengenai efektivitas sistem ventilasi, pengalaman keluhan kesehatan, kekhawatiran terhadap dampak kualitas udara, informasi risiko penerimaan, dan pentingnya pemantauan rutin.

Diagram lingkaran menampilkan distribusi persepsi siswa terhadap beberapa aspek utama yang berkaitan dengan kualitas udara dan risikonya di laboratorium, seperti efektivitas pengukuran, pengalaman keluhan kesehatan,

tingkat kekhawatiran, kecukupan informasi, serta pentingnya pemantauan rutin kualitas udara.

- Cukup (42,6%) : Proporsi terbesar responden menilai bahwa baik efektivitas pengukuran, pengalaman keluhan, kekhawatiran, maupun informasi yang diterima terkait risiko sudah berada pada tingkat cukup. Artinya, banyak siswa merasa sudah cukup terlindungi atau sadar terhadap potensi risiko, namun masih melihat ruang untuk peningkatan.
- Sangat (26,5%) : Persentase ini menunjukkan responden yang memiliki persepsi atau pengalaman risiko sangat tinggi. Mereka menganggap aspek kualitas udara sangat penting dan berpotensi menimbulkan dampak signifikan, sehingga perlu perhatian serta tindakan pengendalian yang lebih baik.
- Tidak (20,6%) : Sebagian responden merasa tidak mengalami keluhan berarti atau tidak khawatir terhadap dampak kualitas udara. Hal ini bisa disebabkan persepsi lingkungan laboratorium yang dirasa cukup baik atau kurang pengalaman paparan yang serius.
- Kurang (10,3%) : Responden pada kategori ini merasa kurang mendapat informasi atau kurang merasakan dampak risiko kualitas udara. Angka ini menandakan perlunya peningkatan edukasi dan sosialisasi risiko di laboratorium.

Pada analisis data potensi dampak kesehatan dan kesadaran risiko di laboratorium, diagram lingkaran digunakan untuk menggambarkan proporsi persepsi responden terhadap tingkat risiko atau pengalaman mereka. Berikut penjelasan arti dari setiap kategori yang biasanya muncul pada diagram lingkaran tersebut:

- Cukup: Kategori ini menunjukkan bahwa responden merasa paparan risiko, dampak kesehatan, atau kesadaran terhadap risiko berada pada tingkat sedang. Artinya, mereka cukup sering mengalami atau menyadari risiko,

namun tidak terlalu dominan atau ekstrem. Kategori ini sering diartikan sebagai tingkat menengah atau moderat dalam persepsi risiko.

- Sedang: Istilah "sedang" biasanya disamakan dengan "cukup" dan mengindikasikan bahwa risiko atau dampak yang dirasakan tidak terlalu rendah maupun terlalu tinggi. Dalam penilaian risiko, kategori sedang/moderat berarti risiko tersebut perlu diperhatikan, namun tidak memerlukan tindakan darurat.
- Sangat: Kategori ini menandakan bahwa responden merasa sangat sering atau sangat kuat mengalami paparan risiko atau dampak kesehatan. Ini menunjukkan tingkat kekhawatiran atau pengalaman yang tinggi, sehingga perlunya perhatian dan tindakan lebih lanjut.
- Tidak: Kategori ini berarti responden tidak pernah atau hampir tidak pernah mengalami paparan risiko atau dampak kesehatan. Hal ini bisa menunjukkan kondisi laboratorium yang cukup baik menurut persepsi mereka, atau kurang pengalaman paparan.
- Kurang: Menunjukkan bahwa responden merasa kurang mendapat informasi, kurang mengalami, atau kurang menyadari risiko yang ada. Kategori ini menandakan perlunya peningkatan edukasi dan sosialisasi terkait risiko di laboratorium.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini dilakukan di dalam ruang Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia. Penelitian ini memberikan hasil yang dapat disimpulkan :

1. Analisis Hasil Data TSP, Pb, dan Cr
 - Konsentrasi TSP (Total Suspended Particulate) tertinggi ditemukan pada Titik 3 Laboratorium Jalan Raya 2 saat praktikum sebesar 2,888 mg/m³, sedangkan konsentrasi terendah pada Titik 1 Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik saat tidak praktikum yaitu 0,289 mg/m³.
 - Untuk Pb (Timbal) , nilai tertinggi tercatat di Titik 3 Laboratorium Jalan Raya 2 saat praktikum sebesar 0,065888 mg/m³ , dan terendah di Titik 1 Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik baik saat praktikum maupun tidak praktikum yaitu 0,003575 mg/m³.
 - Pada parameter Cr (Kromium), konsentrasi tertinggi juga terdapat di Titik 3 Laboratorium Jalan Raya 2 saat praktikum sebesar 0,0024 mg/m³ , sedangkan nilai terendah di Titik 2 Laboratorium Jalan Raya 1 saat tidak praktikum yaitu 0,0001 mg/m³.
2. Persepsi Risiko dan Paparan serta Potensi Dampak Kesehatan & Kesadaran Risiko
 - Hasil survei persepsi risiko dan paparan menunjukkan bahwa persentase tertinggi terdapat pada "cukup" (28,1%) yang merujuk pada jawaban mahasiswa terhadap pertanyaan tentang seberapa sering mereka merasa terpapar debu, partikel di udara, atau mengalami gejala akibat aktivitas di laboratorium. Sebaliknya, persentase terendah seperti "selalu" (3,51%) atau "tidak pernah" (7,02%) berkaitan dengan respons atas penggunaan alat pelindung diri secara konsisten dan pengulangan paparan langsung setiap berada di dalam laboratorium.
 - Pada aspek potensi dampak kesehatan dan kesadaran risiko sebagian besar responden (42,6%) menjawab “cukup”, artinya mereka merasa

sistem ventilasi, informasi risiko, serta pemantauan kualitas laboratorium udara sudah cukup memberi perlindungan dan pengetahuan terkait dampak kesehatan. Sedangkan persentase terendah seperti "kurang" (10,3%) dan berasal dari respon yang kurang yakin efektifnya pengukuran, kurang informasi, atau menganggap risiko kesehatan minim.

5.2 Saran

Saran untuk peneliti selanjutnya yaitu:

1. Peneliti selanjutnya menyarankan untuk memperluas jumlah responden dan titik sampling agar hasil penelitian lebih representatif dan dapat menggambarkan kondisi laboratorium secara menyeluruh.
2. Perlu dilakukan pengamatan lebih lanjut terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi peningkatan konsentrasi TSP, Pb, dan Cr, seperti ventilasi, jenis aktivitas, serta penggunaan material tertentu.
3. Penelitian lanjutan dapat menambahkan parameter lain seperti logam berat tambahan atau senyawa organik volatil untuk mendapatkan gambaran risiko kesehatan yang lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Amri, U. S., Ikhtiar, M., & Baharuddin, A. (2022). *Hubungan Kualitas Lingkungan Fisik Dengan Keberadaan Angka Kuman Udara Di Ruang Rawat Inap Dan Ruang Isolasi Selama Pandemi Di Rumah Sakit Universitas Hasanuddin Makassar. Journal of Muslim Community Health, 3(3), 47-58.*
- 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). DIPOIPTEKS: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Undip, 1(1), 29–33.*
- Ardillah, Y. (2016). *Faktor risiko kandungan timbal di dalam darah. Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat, 7(3).*
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). *SNI 16-7058-2004: Pengukuran Kadar Debu Total di Udara Tempat Kerja.* Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2009). *SNI 7230-2009: Teknik Penetapan Titik-Titik Pengambilan Sampel Udara Di Tempat Kerja Untuk Mengukur Kadar Kontaminan..* Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2017). *SNI 7119.3-2017: Metode uji kualitas udara ambien - Total Suspended Particulate (TSP) - Metode Gravimetri.* Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2017). *SNI 7119-4:2017 Udara ambien – Bagian 4: Cara uji kadar timbal (Pb) dengan metoda destruksi cara basah menggunakan spektrofotometer serapan atom nyala.* Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2024). *RSNI3 9290:2024: Spesifikasi slag besi/baja sebagai material teknik sipil (Rancangan Standar Nasional Indonesia). Jakarta: BSN.* (Catatan: RSNI diperlakukan sebagai laporan teknis dari lembaga penerbit)
- Banurea, K. F. (2020). *Pemanfaatan Limbah Baja (Slag Baja) Sebagai Bahan Campuran Aspal Terhadap Karakteristik Marshall* (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).

- Bayram Zumrut, I., Akboga Kale, O., Tetik, Y. O., & Baradan, S. (2024). *Mitigation strategies to reduce particulate matter concentrations in civil engineering laboratories*. *Environmental Science and Pollution Research*, 31(12), 12340–12350.
- Bhui, K., Newbury, J. B., Latham, R., Uzzi, M., Nasir, Z. A., Turner, B., O'Leary, C., Fisher, L., Marczylo, E., Douglas, P., Stansfeld, S., Jackson, S. K., Tyrrel, S., Rzhetsky, A., Kinnersley, R., Kumar, P., Duchaine, C., & Coulon, F. (2023). *Air quality and mental health: evidence, challenges and future directions*. *BJPsych Open*, 9(1), e120.
- Burridge, H. C., Bhagat, R. K., Stettler, M. E. J., Kumar, P., De Mel, I., Demis, P., Hart, A., Johnson-Llambias, Y., King, M.-F., Klymenko, O., McMillan, A., Morawiecki, P., Pennington, T., Short, M., Sykes, D., Trinh, P. H., Wilson, S. K., Wong, C., Wragg, H., Davies Wykes, M. S., Iddon, C., Woods, A. W., & Mingotti, N. (2021). *The ventilation of buildings and other mitigating measures for COVID-19: A focus on wintertime*. *Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 477(2247), 20200855.
- Choi, Y. H., Song, M. S., Lee, Y., Paik, H. J., Song, J. S., Choi, Y. H., & Kim, D. H. (2024). *Adverse effects of meteorological factors and air pollutants on dry eye disease: a hospital-based retrospective cohort study*. *Scientific Reports*, 14, Article number 17776.
- Chu, A. L., Hickman, M., Steel, N., Jones, P. B., Davey Smith, G., & Khandaker, G. M. (2021). *Inflammation and depression: A public health perspective*. *Brain, Behavior, and Immunity*, 95, 1–3.
- Hakim, T. L., Suriyani, M. Y., Paramita, A., & Harliyanti, W. (2023). *Identifikasi Bahaya dan Penilaian Risiko Untuk Mengendalikan Potensi Kecelakaan Kerja di Laboratorium Kimia*. *SPEJ (Science and Physics Education Journal)*, 7(1).
- Handes, T., Permatasari, D. A. I., & Mahardika, M. P. (2021). *Analisis Logam Cd, Cr6+, Cu dan Pb Pada Air Sumur di Sekitar Kampus Universitas Duta Bangsa Surakarta Menggunakan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (AAS)*. *Duta Pharma Journal*, 1(1).

- Hayati, A. G. (2017). *Pengaruh Penggunaan Steel Slag (Limbah Baja) Sebagai Pengganti Agregat Tertahan Saringan 1/2” dan 3/8” Terhadap Karakteristik Marshall Pada Campuran AC-WC1*,” S1 Thesis, Dept. Civil Eng., Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Hikmah, H. Z. (2022). *Analisis Kadar PM 10, PM 2,5, TSP dan Pb dalam Ruang (Studi Kasus: Bengkel Sabel Motor, Yogyakarta)* [Skripsi, Universitas Islam Indonesia].
- Institute of Air Quality Management. (2021). *Guidance on indoor air quality: Assessment, monitoring, modelling and mitigation (Version 1.0)*. Institute of Air Quality Management.
- Kayhanian, M., Vichare, A., Green, P. G., & Harvey, J. (2009). *Leachability Of Dissolved Chromium In Asphalt And Concrete Surfacing Materials*. Journal of Environmental Management, 90(11), 3574-3580.
- Kementerian Ketenagakerjaan Indonesia. (2018). *Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja*.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2019). *Pedoman Pengendalian Pencemaran Udara: Pengendalian Partikulat dan Emisi di Indonesia*. Jakarta: KLHK.
- Laboratorium Struktur dan Material, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Indonesia. (2025). *Fasilitas dan Pengujian Material Infrastruktur di Laboratorium Teknik Sipil. Departemen Teknik Sipil, Universitas Indonesia*.
- Lee, K., & Greenstone, M. (2021). *Air Quality Life Index® Memperbarui September 2021: Polusi Udara Indonesia dan Dampaknya Terhadap Usia Harapan Hidup*. Energy Policy Institute at the University of Chicago (EPIC).
- Lin, Y., Zhou, S., Liu, H., Cui, Z., Hou, F., Feng, S., Zhang, Y., Liu, H., Lu, C., & Yu, P. (2020). *Risk Analysis of Air Pollution and Meteorological Factors Affecting the Incidence of Diabetes in the Elderly Population in Northern China*. Journal of Diabetes Research, 2020.

- Lolo, A., Patandean, C. F., & Ruslan, E. (2020). *Karakterisasi Air Daerah Panas Bumi Pencong Dengan Metode AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer) Di Kecamatan Biringbulu, Kabupaten Gowa Propinsi Sulawesi Selatan*. *Jurnal Geocelebes*, 4(2), 102–110.
- Martiana, D. R. (2023). *Analisis Konsentrasi Total Suspended Particulate (Tsp) dan Hubungannya Dengan Suhu, Kelembaban, Dan Aktivitas Kendaraan Di Pt Cipta Krida Bahari Harapan Baru Kota Samarinda*. Diploma Thesis, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda.
- Miri, A., Shirmohammadi, E., & Sorooshian, A. (2023). *Influence of meteorological factors and air pollutants on bacterial concentration across two urban areas of the Sistan region of Iran*. *Urban Climate*, 51, 101650.
- Nurfadillah, A. R., & Basri K, S. (2023). *Penilaian Risiko Paparan Total Suspended Particulate Pada Masyarakat*. *Jambura Health and Sport Journal*, 5(2).
- Nurventi, N. (2019). *Perbandingan Metode Analisis Logam Berat Kromium dan Timbal Menggunakan Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy (ICP OES) dan Atomic Absorbition Spectrometry (AAS)* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Pertiwi, Z. (2023) *Analisis logam berat (Ni, Cd, Pb, Cr6+, Fe, Cu, Zn) dalam udara ambien di sekitar calon tapak Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) Kalimantan Barat* (Bachelor's thesis, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta).
- Putri, W. D. (2016). *Gambaran kadar logam berat Kromium Hexavalen (Cr6+6+) dan timbal (Pb) di lingkungan kerja bengkel cat mobil di Kota Padang Tahun 2016* [Karya Tulis Ilmiah, Politeknik Kementrian Kesehatan Padang].
- 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.
- Sambodo, R. A. (2024). *Analisis Kualitas Udara dalam Ruang Parkir Bawah Tanah Rumah Sakit X, Yogyakarta: Parameter Total Suspended*

Particulate (TSP), Timbal (Pb), dan Angka Kuman [Skripsi, Universitas Islam Indonesia].

Santi, E. (2024). *Mengenal Apa Itu Google Form: Fungsi dan Cara Membuatnya*.

Sean, A., Hartati, E., & Marganingrum, D. (2022). *Perbandingan Metode Kalibrasi dan Penambahan Pengujian Total Timbal dan Kromium pada Air Limbah Industri Tekstil menggunakan AAS*. *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 19(3), 651–658.

Sousa, M., Arezes, P., & Silva, F. (2021). *Occupational Exposure to Ultrafine Particles in Metal Additive Manufacturing: A Qualitative and Quantitative Risk Assessment*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(18), 9788.

Sulaiman, F. R., Roslin, T. N. H. T., Sulaiman, N., & Ismail, I. (2024). *Komposisi debu dalam ruangan laboratorium universitas dan potensi risiko kesehatan di Pahang, Malaysia*. *Atmósfera*, 38(4).

Susanto, A., Suryanegara, D., & Putro, E. (2013). *Kualitas Udara dalam Ruangan di Laboratorium Quality Control (QC) Divisi Concentrating PT Freeport Indonesia*. Dipresentasikan pada Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan "Optimasi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan dalam Mewujudkan Pembangunan Berkelanjutan", Semarang.

U.S. Environmental Protection Agency. (2025). *Indoor Air Quality*.

Ugranli, T., Toprak, M., Gursoy, G., Cimrin, A. H., & Sofuoglu, S. C. (2015). *Indoor environmental quality in chemistry and chemical engineering laboratories at Izmir Institute of Technology*. *Atmospheric Pollution Research*, 6(1), 147–153.

United States Environmental Protection Agency. (2024). *Why Indoor Air Quality is Important to Schools*.

Vali, M., Hassanzadeh, J., Mirahmadizadeh, A., Hoseini, M., Dehghani, S., Maleki, Z., Méndez-Arriaga, F., & Ghaem, H. (2021). *Effect of meteorological factors and Air Quality Index on the COVID-19 epidemiological characteristics: an ecological study among 210 countries*. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(38), 53116–53126.

- Visser, D. (2024). *Spektroskopi Penyerapan Atom, Prinsip dan Aplikasi. Technology Networks Analisis & Pemisahan.*
- Wijaya, D. S., Sunarto, & Rachmawati, S. (2024). *Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan dengan Total Suspended Particulate Sebagai Risk Agent di Area Produksi Industri Manufaktur (Studi Kasus PT X Sukoharjo Jawa Tengah).* Jurnal Ilmu Lingkungan, 22(3), 678-686.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Pengantar Izin Penelitian di Ruang Laboratorium Teknik Sipil



FAKULTAS
TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
Akreditasi Institusi "Unggul"

PROGRAM STUDI
TEKNIK LINGKUNGAN
PROGRAM SARJANA
Akreditasi Program Studi "Unggul"
Akreditasi Internasional "IABEE"

Yogyakarta, 25 Juni 2025

Nomor : 208/Ka.Prodi.TL.S1/10/TL/VI/2025
Hal : Izin Penelitian dan Pengambilan Data
Lamp :

Kepada Yth.
Kepala Laboratorium Jalan Raya
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia

Assalammu'alaikum Wr.Wb.

Sehubungan dengan penyusunan Tugas Akhir di Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, bersama ini mohon untuk dapat memberikan izin penelitian dan pengambilan data untuk Tugas Akhir dengan judul "*Analisis Kualitas Udara dalam Ruang Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia (Parameter Total Suspended Particulate (TSP), Timbal (Pb) dan Kromium (Cr))*" kepada mahasiswa kami:

Nama	: Syifa Anisa Antari
No Mahasiswa	: 20513214
Program Studi	: Teknik Lingkungan
Fakultas	: Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas	: Universitas Islam Indonesia

Hasil karya ilmiah tersebut semata - mata bersifat dan bertujuan keilmuan dan tidak disajikan kepada pihak luar. Oleh Karena itu kami mohon kepada Bapak/Ibu untuk dapat memberikan data/keterangan/sampel yang diperlukan oleh mahasiswa tersebut.

Demikian permohonan kami atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terimakasih.

Wassalammu'alaikum Wr.Wb.

Ketua Program Studi
Teknik Lingkungan



Any Juliani, S.T., M.Sc. (Res.Eng.), Ph.D.

Gedung Moh. Natsir Lantai 2
Kalirang Km.14,5 Yogyakarta, Kodepos 55584
Telp. (0274) 896440 ext : 3210; Fax. (0274) 895330
E mail: environment@uii.ac.id
www.environment.uui.ac.id



VALUES | INNOVATION | PERFECTION

environment.uui.ac.id

Laboratorium Jalan Raya



FAKULTAS
TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
Akreditasi Institusi "Unggul"

PROGRAM STUDI
TEKNIK LINGKUNGAN
PROGRAM SARJANA
Akreditasi Program Studi "Unggul"
Akreditasi Internasional "IABEE"

Yogyakarta, 13 Juni 2025

Nomor : 195/Ka.Prodi.TL.S1/10/TL/VI/2025
Hal : Izin Penelitian dan Pengambilan Data
Lamp :

Kepada Yth.

Ibu Astriana Hardawati S.T., M.Eng.
Kepala Laboratorium Bahan Konstruksi dan Teknik
Universitas Islam Indonesia

Assalammu'alaikum Wr.Wb.

Sehubungan dengan penyusunan Tugas Akhir di Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, bersama ini mohon untuk dapat memberikan izin penelitian dan pengambilan data untuk Tugas Akhir kepada mahasiswa kami:

Nama : Syifa Anisa Antari
No Mahasiswa : 20513214
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas : Universitas Islam Indonesia

Hasil karya ilmiah tersebut semata - mata bersifat dan bertujuan keilmuan dan tidak disajikan kepada pihak luar. Oleh Karena itu kami mohon kepada Bapak/Ibu untuk dapat memberikan data/keterangan/sampel yang diperlukan oleh mahasiswa tersebut.

Demikian permohonan kami atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terimakasih.

Wassalammu'alaikum Wr.Wb.

Ketua Program Studi
Teknik Lingkungan



Any Juliani, S.T., M.Sc (Res.Eng.), Ph.D.

Gedung Moh. Natsir Lantai 2
Kaliurang Km.14,5 Yogyakarta, Kodepos 55584
Telp. (0274) 896440 ext : 3210; Fax. (0274) 895330
E mail: environment@uii.ac.id
www.environment.uii.ac.id



VALUES | INNOVATION | PERFECTION

environment.uii.ac.id

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

Lampiran 2 Prosedur Kerja Low Volume Air Sampler

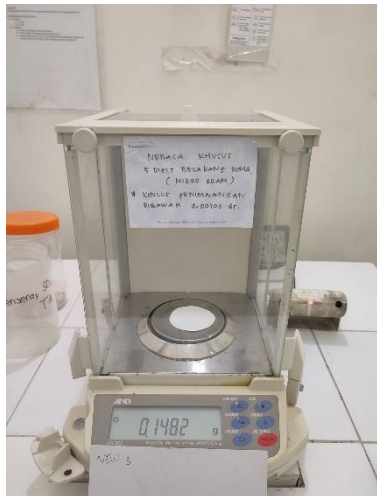
Berikut adalah langkah-langkah umum dalam prosedur kerja LVAS berdasarkan SNI 16-7058-2004:

1. Persiapan Alat dan Bahan

- Siapkan alat pengambil sampel udara, seperti pompa vakum, filter, dan wadah untuk mengumpulkan sampel.
- Pastikan semua alat dalam kondisi baik dan telah dikalibrasi sesuai dengan standar yang berlaku.

2. Pemilihan Lokasi Pengambilan Sampel
 - Tentukan lokasi pengambilan sampel yang representatif, yaitu tempat di mana pekerja sering berada dan di mana kemungkinan terpapar bahan pencemar tinggi.
 - Menentukan faktor-faktor seperti pengukuran, sumber pencemar, dan aktivitas kerja saat menentukan lokasi.
3. Penentuan Waktu dan Durasi Pengambilan Sampel
 - Tentukan waktu pengambilan sampel yang sesuai, biasanya dilakukan pada jam kerja normal.
 - Durasi pengambilan sampel harus cukup lama untuk mendapatkan hasil yang representatif, biasanya antara 1 hingga 8 jam tergantung pada jenis pencemar yang diukur.
4. Pengambilan Sampel
 - Pasang alat pengambil sampel di lokasi yang telah ditentukan.
 - Nyalakan pompa dan pastikan aliran udara melalui filter sesuai dengan laju yang ditentukan (biasanya dalam satuan liter per menit).
 - Catat waktu mulai dan waktu selesai pengambilan sampel.
5. Pengolahan Sampel
 - Setelah pengambilan sampel selesai, matikan pompa dan lepaskan filter dengan hati-hati.
 - Simpan filter dalam wadah yang bersih dan kedap udara untuk mencegah kontaminasi.
6. Analisis Laboratorium
 - Kirim sampel ke laboratorium yang terakreditasi untuk analisis lebih lanjut.
 - Pastikan laboratorium menggunakan metode analisis yang sesuai dengan standar yang berlaku.
7. Pelaporan Hasil
 - Setelah analisis selesai, dibuat laporan yang mencakup hasil pengukuran, metode yang digunakan, dan interpretasi data.
 - Sertakan rekomendasi jika hasil menunjukkan adanya polusi yang melebihi batas yang ditetapkan.

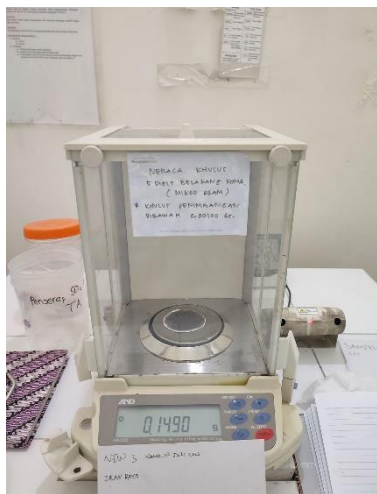
Lampiran 3 Pengambilan Sampel Tsp, Pb, dan Cr⁶⁺



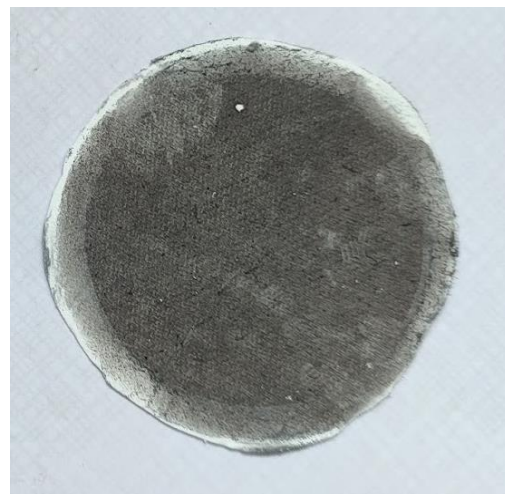
Penimbangan kertas saring sebelum digunakan pengambilan sampling



Proses pengambilan sampling menggunakan alat LVAS



Penimbangan kertas saring setelah digunakan pengambilan sampling



Tampak jelas kertas saring hasil pengambilan sampling

Lampiran 4 Pengambilan Sampel Meteorologi



Pengambilan data suhu dan kelembapan udara

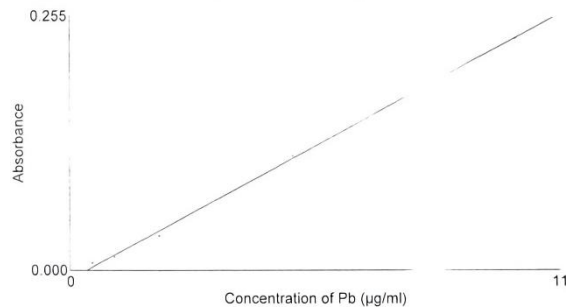


Pengambilan data kecepatan angin

Lampiran 5 Data Pembacaan AAS Terhadap Konsentrasi Pb

Results File D:\GBC AAS\2025\Mahasiswa 88 pb1.res
 Analysis
 Filename C:\Program Files\GBC Avar... Ver 2.02\Analysis1 anl
 Element Pb.
 Date Thu Mar 28 07:22:50 2002
 Full Calibration
 Calibration Mode Linear Least Squares Max Error 0.2022 R²: 0.9985 R: 0.9993
 Conc = 0.3919 + 41.3516 * Abs

Sample Label	Conc. (µg/ml)	%RSD	Mean Abs.
Table Blank	-----	----	0.0000
Standard 1	0.5000	----	0.0070
Standard 2	1.0000	----	0.0130
Standard 3	2.0000	----	0.0340
Standard 4	5.0000	----	0.1140
Standard 5	10.0000	----	0.2320

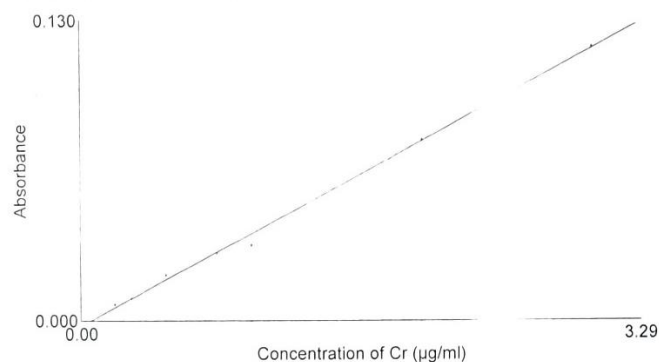


Sample Label	Conc. (µg/ml)	%RSD	Mean Abs.
Sample Blank	-----	HIGH	0.0091
Sample 1	0.3588	HIGH	-0.0008
Sample 2	0.3712	HIGH	-0.0005
Sample 3	0.4332	HIGH	0.0010
Sample 4	0.3216	HIGH	-0.0017
Sample 5	0.5628	HIGH	0.0041
Sample 6	0.6772	13.93	0.0069

Lampiran 6 Data Pembacaan AAS Terhadap Konsentrasi Cr⁶⁺

Results File D:\GBC AAS\2025\Mahasiswa\88_cr.res
 Analysis
 Filename C:\Program Files\GBC Advanced\Ver 2.02\Analysis1.anl
 Element Cr₆
 Date Thu Mar 28 07:26:38 2002
 Full Calibration
 Calibration Mode Linear Least Squares Max Error: 0.1229 R²: 0.9968 R: 0.9984
 Conc = 0.0665 + 25.0439 * / s

Sample Label	Conc. (µg/ml)	%RSD	Mean Abs.
Table Blank	-----	-----	0.0000
Standard 5	0.200	-----	0.0068
Standard 6	0.300	-----	0.0095
Standard 7	0.500	-----	0.0194
Standard 8	0.800	-----	0.0290
Standard 9	1.000	-----	0.0324
Standard 10	2.000	-----	0.0780
Standard 10	3.000	-----	0.1179



Sample Label	Conc. (µg/ml)	%RSD	Mean Abs.
Sample Blank	-----	5.27	-0.0023
Sample 1	0.151	7.19	0.0034
Sample 2	0.105	HIGH	0.0015
Sample 3	0.066	HIGH	-0.0000
Sample 4	0.086	HIGH	0.0008
Sample 5	0.200	HIGH	0.0053
Sample 6	0.041	HIGH	-0.0010

Lampiran 7 Hasil Perhitungan Kurva Kalibrasi Standar Konsentrasi Pb

- Kurva Kalibrasi Standar Konsentrasi Pb

Kode	C std (ppm)	Abs	Syarat	Kesimpulan
Std-1	1	0.0175		
Std-2	2	0.0135		
Std-3	3	0.0340		
Std-4	5	0.1140		
Std-5	10	0.2320		
rerata abs		0.0822		
Koef. Korelasi, R		0.9872	R≥0,995	Ditolak
Slope		0.0258		
Intersep		-0.0261		
STEYX		0.0172		

Kode	C std (ppm)	Abs	Syarat	Kesimpulan
DEVSQ		50.80		
LoD (µg)		1.9958		
LoQ (µg)		6.6526		
Intersep/Slope		-1.0131		
MDL Estimasi		2.6611	Intersep/Slope ≤ MDL Estimasi	Diterima

Keterangan:

- Konsentrasi standar (ppm): 0,1 , 0,2 , 0,4 , 0,6 , 1,0 , 1,5 , 2,0
- Absorbansi (Abs) diukur untuk tiap standar
- Hitung Slope (a), Intersep (b), dan Koefisien Korelasi (R) dari data ini
- Tentukan LoD, LoQ, dan periksa syarat kalibrasi ($R \geq 0.995$, $\text{Intersep/Slope} \leq \text{MDL}$)
- Hasil Pengujian Kurva Kalibrasi Standar Konsentrasi Pb

Kode	Abs	Fp	C (µg/mL)
Sampel 1	0.0008	1	1.0441
Sampel 2	0.0005	1	1.0325
Sampel 3	0.0010	1	1.0519
Sampel 4	0.0017	1	1.0790
Sampel 5	0.0041	1	1.1721
Sampel 6	0.0069	1	1.2806
Blangko	0.00045	1	1.0306

Keterangan:

- Absorbansi sampel diukur
- Hitung konsentrasi Pb dari rumus

$$y = a x + b \rightarrow x = (y - b)/a$$

- Contoh:

$$\text{Abs sampel 1} = 0.0008$$

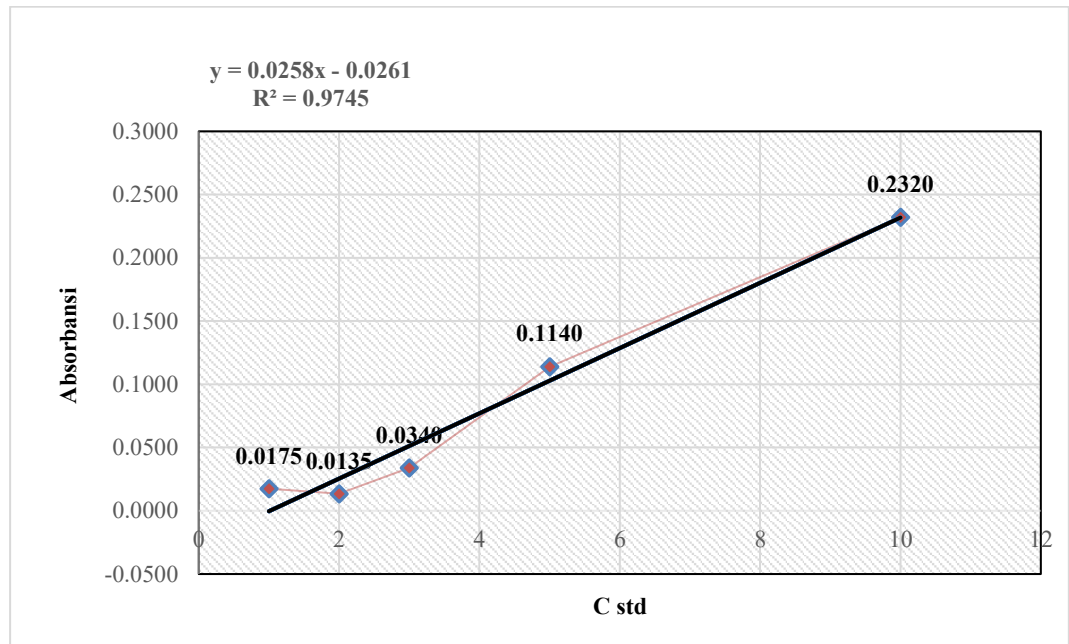
$$a = 0.0258$$

$$b = -0.0261$$

$$x = (0.0008 - (-0.0261)) / 0.0258$$

$$= 1.0441 \text{ ppm}$$

- Kurva Kalibrasi Pengujian Pb Standar



Keterangan:

- Dari Gambar kurva kalibrasi Cr:

a (Slope) = 0.0379

b (Intercept) = 0.0017

Absorbansi sampel 1 (y) = 0.0034

- Rumus konsentrasi x:

$$x = (y - b) / a$$

$$x = (0.0034 - 0.0017) / 0.0379$$

$$x = 0.0017 / 0.0379$$

$$= \mathbf{0.0449 \text{ ppm}}$$

Lampiran 8 Hasil Perhitungan Kurva Kalibrasi Standar Konsentrasi Cr

- Kurva Kalibrasi Standar Konsentrasi Cr

Kode	C std (ppm)	Abs	Syarat	Kesimpulan
Std-1	0.1	0.0068		
Std-2	0.2	0.0095		
Std-3	0.3	0.0194		
Std-4	0.8	0.0290		
Std-5	1	0.0324		
Std-6	2	0.0780		
Std-7	3	0.1179		
rerata abs		0.0419		
Koef. Korelasi, R		0.9946	R \geq 0,995	Ditolak
Slope		0.0379		
Intersep		0.0017		
STEYX		0.0047		
DEVSQ		6.96		
LoD (μg)		0.3696		
LoQ (μg)		1.2319		
Intersep/Slope		0.0461		
MDL Estimasi		0.4928	Intersep/Slope \leq MDL Estimasi	Diterima

Keterangan:

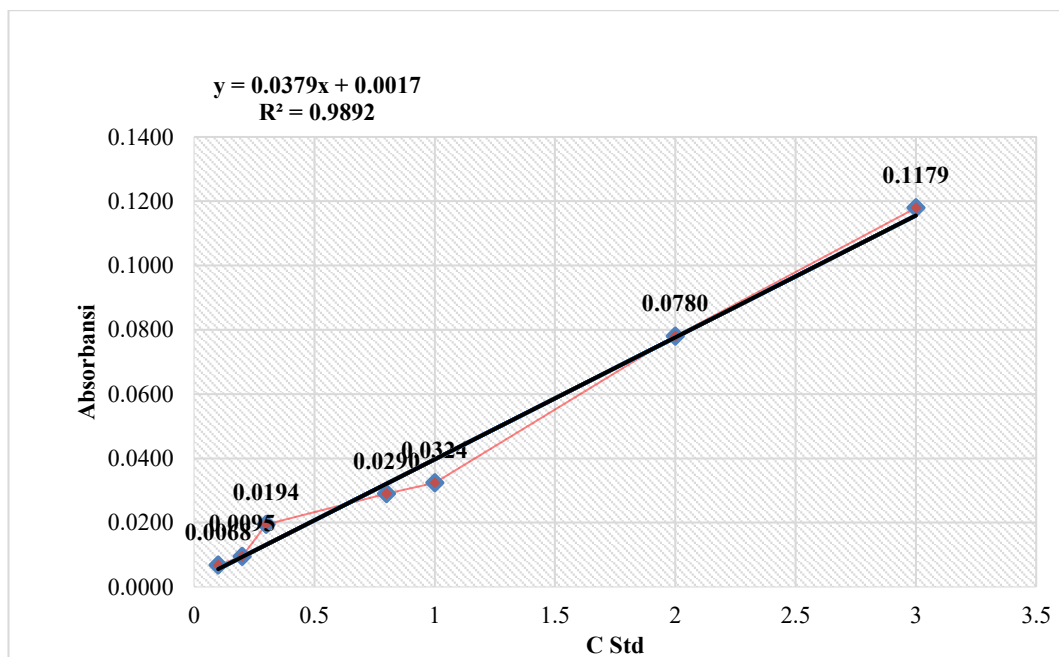
- Konsentrasi standar (ppm) dengan nilai absorbansi (Abs) dari 0.0068 sampai 0.1179.
- Koefisien korelasi (R) = 0.9946, kurang dari 0.995 jadi ditolak.
- Slope = 0.0379
Intersep = 0.0017.
- LoD = 0.3696 μ g
LoQ = 1.2319 μ g.
- Perbandingan Intersep/Slope = 0.0461 \leq MDL Estimasi 0.4928, jadi diterima.

- Hasil Pengujian Kurva Kalibrasi Standar Konsentrasi Cr

Kode	Abs	Fp	C (µg/mL)
Sampel 1	0.0034	1	0.0435
Sampel 2	0.0019	1	0.0040
Sampel 3	0.0020	1	0.0066
Sampel 4	0.0023	1	0.0145
Sampel 5	0.0053	1	0.0936
Sampel 6	0.0025	1	0.0198
Blangko	0.0018	1	0.0014

Keterangan:

- Absorbansi sampel dan konsentrasi (µg/mL) tercantum, contoh: Sampel 1 konsentrasi 0.0435 µg/mL, Sampel 5 paling tinggi 0.0936 µg/mL.
- Blanko 0.0018 dengan konsentrasi 0.0014 µg/mL.
- Kurva Kalibrasi Pengujian Cr Standar



Keterangan:

- Dari Gambar kurva kalibrasi Cr:
 a (Slope) = 0.0379
 b (Intercept) = 0.0017
- Absorbansi sampel 1 (y) = 0.0034
- Rumus cari konsentrasi x :
 $x = (y - b) / a$
 $x = (0.0034 - 0.0017) / 0.0379$
 $x = 0.0017 / 0.0379$
 $= 0.0449$ ppm

Lampiran 9 Daftar Pertanyaan Kuisioner Persepsi Risiko dan Paparan

No	Daftar Pertanyaan	Keterangan
1	Berapa kali Anda telah melakukan praktikum atau aktivitas belajar di dalam ruang Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik / Laboratorium Jalan Raya selama masa 1 Semester?	Persepsi Risiko dan Paparan
2	Berapa lama rata-rata waktu yang Anda habiskan dalam satu sesi praktikum di laboratorium tersebut?	
3	Seberapa sering Anda merasa terpapar debu atau partikel di udara saat melakukan aktivitas di dalam ruang laboratorium?	
4	Apakah Anda pernah melihat endapan debu yang signifikan pada permukaan di dalam ruang laboratorium seperti di (lantai, meja, dan peralatan)?	
5	Apakah Anda pernah mencium bau yang tidak biasa, menyengat, atau berbau logam/kimia di dalam ruang laboratorium?	
6	Seberapa sering Anda menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) spesifik untuk pernapasan (misalnya, masker N95/FFP2, respirator) saat berada di laboratorium?	

Lampiran 10 Potensi Dampak Kesehatan & Kesadaran Risiko

No	Daftar Pertanyaan	Keterangan
1	Menurut Anda, seberapa efektif sistem ventilasi (misalnya, jendela terbuka, kipas, exhaust fan) yang ada di laboratorium dalam mengurangi debu atau bau tidak sedap?	Potensi Dampak Kesehatan & Kesadaran Risiko
2	Seberapa khawatir Anda terhadap dampak jangka panjang dari kualitas udara di dalam ruang laboratorium terhadap kesehatan Anda?	
3	Apakah Anda merasa telah mendapatkan informasi yang cukup mengenai risiko kesehatan terkait kualitas udara di dalam ruang laboratorium?	
4	Bagaimana pendapat Anda tentang pentingnya pemantauan rutin kualitas udara di dalam ruang laboratorium ini?	

Lampiran 11 Contoh Perhitungan Analisis Data Konsentrasi TSP

$$C = \frac{W_1 - W_0}{V} \times 10^3$$

Dimana:

C = Kadar debu total (mg/m³).

W₂ = Berat akhir filter setelah pengambilan sampel udara (mg).

W₁ = Berat awal filter sebelum pengambilan sampel udara (mg).

V = Volume udara pada waktu pengambilan contoh (l).

Contoh Data: Sampel 6 (Lab Jalan Raya 2 - Praktikum)

- Berat awal filter (W₀): 146 mg
- Berat akhir filter (W₁): 147 mg
- Volume udara yang disampel (V): 346 m³

Perhitungan:

$$\begin{aligned} C &= \frac{146-147}{346} \times 10^3 \\ &= \frac{1}{346} \times 10^3 \\ &= 0,00289 \times 10^3 \\ &= 2,89 \text{ mg/m}^3 \end{aligned}$$

Lampiran 12 Contoh Perhitungan Analisis Data Konsentrasi Pb dan Cr

$$C_x = \frac{(C_t - C_b) \times V_t \times \frac{S}{S_t}}{V}$$

Dimana:

C_x : kadar (timbal / kromium) di udara ($\mu\text{g/m}^3$)

C_t : kadar (timbal / kromium) dalam larutan contoh uji yang di spike ($\mu\text{g/mL}$)

C_b : kadar (timbal / kromium) dalam larutan blanko ($\mu\text{g/mL}$)

V_t : volum larutan contoh uji (mL)

S : luas contoh uji pada permukaan filter (mm^2)

S_t : luas contoh uji yang digunakan (mm^2)

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

Contoh Data:

- C_T : 1,28 $\mu\text{g/mL}$
- C_B : 1,03 $\mu\text{g/mL}$
- V_T : 50 ml
- S : 1963 mm^2
- S_T : 491 mm^2
- V : 756 m^3

Perhitungan:

$$\begin{aligned} C_{Pb} &= \frac{(1,28-1,03) \times 50 \times \frac{1963}{491}}{756} \\ &= 6,6 \mu\text{g/m}^3 \end{aligned}$$

RIWAYAT HIDUP



Syifa Anisa Antari atau biasa dipanggil Syifa lahir di Sawahlunto, 25 Maret 2002. Penulis merupakan anak keempat dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Efiantari dan Ibu Siti Marhaeni Yuliani Rauf. Penulis menempuh pendidikan sekolah dasar di SD Negeri 13 Pasar Remaja pada tahun 2008 – 2014. Kemudian melanjutkan pendidikan sekolah menengah pertama di SMP Negeri 1 Sawahlunto pada tahun 2014 – 2017 dan pendidikan sekolah menengah atas di SMA Negeri 1 Sawahlunto pada tahun 2017 – 2020. Kemudian pada tahun 2020 – 2025 penulis melanjutkan pendidikan S1 program studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.