

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KADAR PM 10, PM 2,5, TSP dan Pb
DALAM RUANG (STUDI KASUS: BENGKEL SABEL
MOTOR, YOGYAKARTA)**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan**



HUSNA ZAHIROTUL HIKMAH

18513179

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

2022

TUGAS AKHIR

ANALISIS KADAR PM 10, PM 2,5, TSP dan Pb DALAM RUANG (STUDI KASUS: BENGKEL SABEL MOTOR, YOGYAKARTA)

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



HUSNA ZAHIROTUL HIKMAH
18513179
Disetujui, Dosen Pembimbing:



Elita Nurfitriyani Sulistyono S.T., M.Sc.
NIK. 185130402
Tanggal: 17 Oktober 2022



Fina Binazir Maziya S.T., M.T.
NIK. 165131305
Tanggal: 15 Juni 2022

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII



Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto S.T., M.Eng
NIK. 095130403
Tanggal:
17 Oktober 2022

HALAMAN PENGESAHAN
ANALISIS KADAR PM 10, PM 2,5, TSP dan Pb
DALAM RUANG (STUDI KASUS: BENGKEL SABEL
MOTOR, YOGYAKARTA)

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari: *Senin, 17 Okt 2022*

Tanggal: *17 Okt 2022*


Disusun Oleh:

Husna Zahirotul Hikmah


18513179

Tim Penguji:

Elita Nurfitriyani Sulistyo S.T., M.Sc.

()

Eina Binazir Maziya, S.T., M.T.

()

Eko Siswoyo, S.T., M.Sc., ES., Ph.D.

()

PERNYATAAN

Dengan ini saya 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 hasil pemikiran, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat pendapat dan karya orang lain kecuali dicatat sebagai acuan dan rujukan dengan dituliskan nama penulis serta dicantumkan pada daftar pustaka.
4. Program software komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggungjawab Universitas Islam Indonesia
5. Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya, jika dikemudian hari ada ketidakbenaran dan penyimpangan dalam karya tulis ini penulis bersedia menerima sanksi akademis dengan dicabut gelar yang telah diperoleh atau sanksi lainnya sesuai norma perguruan tinggi.

Yogyakarta, 15 Oktober 2022



Husna Zaherotul Hikmah

18513179

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillahirobbil'alamin puji syukur kehadirat Allah SWT berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir berjudul **Analisis Kadar PM 10, PM 2,5, TSP Dan Pb Dalam Ruang (Studi Kasus: Bengkel Sabel Motor, Yogyakarta) ”**.

Penulis menyadari dalam penyusunan laporan tugas akhir ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan terimakasih sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan karunia-Nya selama ini.
2. Kedua orang tua penulis, Bapak Dwi Cahyono dan Ibu Nurul Ma'diyah yang sudah bekerja keras dan selalu memanjatkan doa, memberikan dukungan serta motivasi bagi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Dr.Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
4. Ibu Elita Nurfitriyani Sulisty S.T., M.Sc. dan Ibu Fina Binazir Maziya, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah sabar dan perhatian meluangkan waktu memberikan bimbingan, serta saran-saran yang sangat bermanfaat untuk terselesaikannya tugas akhir ini.
5. Seluruh dosen program studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
6. Seluruh Laboran Laboratorium terutama kepada Mas Ridwan dan Mas Bagus, di program studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
7. Thareq Muhammad Diva selaku rekan Tugas Akhir, terima kasih untuk kerja

sama serta bantuannya selama Tugas Akhir ini.

8. Keluarga Besar Teknik Lingkungan, khususnya angkatan 2018, terimakasih untuk semuanya. Rekan-rekan seperjuangan Amara, Syahrina, Ega, Andifa, Deliza, Citra yang tidak lepas memberikan semangat dan doanya.
9. Saudara penulis Shabrina Lubna Azizah sebagai salah satu motivasi penulis agar segera menyelesaikan studi.
10. Seluruh teman, kerabat, dan sahabat penulis Hafizh, Uli, Atik, Nada, Talitha, Tika, Ulis, Khintan. Terimakasih telah memberikan semangat serta doanya dan membantu untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
11. *Last but not least, I wanna thank me, I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all this hard work, I wanna thank me for never quitting*

Akhir kata penulis berharap semoga amal baik dari semua pihak yang telah membantu dalam tugas akhir dan penyusunan laporan ini mendapatkan balasan pahala dari Allah SWT. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. *Aamiin ya Rabbal a'lam.*

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 15 Oktober 2022

Penulis

ABSTRACT

Indoor air pollution is one of the causes of various kinds of human health problems. Workshop workers are on jobs that are regularly exposed to toxic substances as long as they work in a room. This study aims to measure the air quality in the workshop area with parameters PM 10, PM 2.5, TSP, and Pb. The results of the research will be compared with the applicable quality standards and displayed in the form of mapping using Software Surfer 16. The PM 10, PM 2.5, and TSP parameters were sampled using the Met One Instruments E-sampler. Pb parameters in TSP were carried out using a Low Volume Air Sample (LVAS) tool and analyzed for lead (Pb) by wet digestion method using a flame atomic absorption spectrophotometer (SSA). Measurements were carried out for 8 hours during working hours. The measurement results show that the highest PM10 concentration is at Point 2 of 39.33 g/m³ below the applied quality standard of 70 g/m³. The value of PM 2.5 concentration at point 2 is 38.64 g/m³, this value is above the applied quality standard of 35 g/m³. The highest TSP concentration occurred at point 1 of 43.37 g/m³ below the applied quality standard of 10 mg/m³ or 10000 g/m³. The results of the Pb concentration in TSP obtained an average value of 0.0031 g/m³ while the Pb quality standard value was 0.1 mg/m³ or 100 g/m³.

Keywords: Indoor air pollution, Workshop, Software Surfer 16, Met One Instruments E-sampler.

ABSTRAK

Pencemaran udara dalam ruangan merupakan salah satu penyebab berbagai macam permasalahan kesehatan manusia. Pekerja bengkel merupakan salah satu pekerjaan yang secara teratur terkena zat beracun selama mereka bekerja di dalam suatu ruangan. Penelitian ini bertujuan mengukur kualitas udara pada area bengkel dengan parameter PM 10, PM 2,5, TSP dan Pb. Hasil penelitian akan dibandingkannya dengan baku mutu yang diterapkan dan menampilkannya dalam bentuk pemetaan menggunakan Software Surfer 16. Pengambilan sampel parameter PM 10, PM 2.5, dan TSP dilakukan dengan menggunakan alat E-sampler Met One Instruments. Parameter Pb dalam TSP dilakukan dengan alat Low Volume Air Sampel (LVA) dan menganalisis timbal (Pb) dengan metode destruksi cara basah menggunakan spektrofotometer serapan atom nyala (SSA). Pengukuran dilakukan selama 8 jam pada saat jam kerja. Hasil pengukuran menunjukkan konsentrasi PM10 tertinggi berada pada Titik 2 sebesar $39,33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dibawah baku mutu yang diterapkan yaitu sebesar $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nilai konsentrasi PM 2.5 pada titik 2 sebesar $38,64 \mu\text{g}/\text{m}^3$, nilai ini berada di atas baku mutu yang terapkan yaitu $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Konsentrasi TSP tertinggi terjadi di titik 1 sebesar $43,37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di bawah baku mutu yang diterapkan yaitu $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ atau $10000 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hasil konsentrasi Pb dalam TSP didapat nilai rata-rata sebesar $0,0031 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sedangkan nilai baku mutu Pb sebesar $0,1 \text{ mg}/\text{m}^3$ atau $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Kata kunci : Pencemaran udara dalam ruang, Bengkel, Software Surfer 16, E-sampler Met One Instruments.

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	1
HALAMAN PENGESAHAN.....	2
PERNYATAAN	3
KATA PENGANTAR	4
ABSTRACT	6
ABSTRAK.....	7
DAFTAR ISI	8
DAFTAR TABEL	12
DAFTAR GAMBAR	14
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Ruang Lingkup	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Pencemaran Udara	4
2.2 Pencemaran Udara Dalam Ruang (<i>Indoor Air Pollution</i>)	4
2.3 Parameter	5
2.3.1 Unsur Timbal (<i>Pb</i>)	5
2.3.2 <i>Total Suspended Particulate (TSP)</i>	6
2.3.3 <i>Particulate Matter (PM₁₀)</i>	6
2.3.4 <i>Fine Partikel Inhalable (PM_{2,5})</i>	7
2.4 Baku Mutu.....	7
2.4.1 Baku Mutu Parameter PM 10 dan PM 2.5	7
2.4.1 Baku Mutu Parameter TSP dan Pb	8
2.5 Low Volume Air Sampel (LVAS)	8
2.6 <i>E-sampler Met One Instruments Particulate Monitor</i>	9
2.7 <i>Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)</i>	9
2.8 <i>Software Surfer 16</i>	10
BAB III METODE PENELITIAN.....	11

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.2.1 Alat	11
3.2.2 Bahan	12
3.3 Tahapan Penelitian.....	12
3.4 Metode Pengumpulan data	13
3.4.1 Data Primer	13
3.4.2 Data Sekunder	14
3.5 Aspek Pengukuran	14
3.5.1 Pengukuran PM 10, PM 2.5 dan TSP	14
3.5.2 Pengukuran Pb	14
3.6 Metode Analisis Data.....	14
3.6.1 Perhitungan Konsentrasi Timbal (Pb) dalam TSP	15
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA.....	17
4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian	17
4.2 Konsentrasi PM 10, PM 2.5, TSP dan Pb	19
4.2.1 Konsentrasi PM 10	19
4.2.2 Konsentrasi PM 2.5	22
4.2.3 Konsentrasi TSP	25
4.2.4 Konsentrasi Pb.....	27
4.3 Sebaran kadar parameter udara PM 10, PM 2,5 ,TSP dan Pb.....	28
4.3.1 Sebaran konsentrasi PM 10.....	28
4.3.2 Sebaran konsentrasi PM 2.5.....	30
4.3.3 Sebaran konsentrasi TSP	31
4.3.4 Sebaran konsentrasi Pb	32
4.4 Perbandingan parameter PM 10, PM 2.5, TSP dan Pb pada Bengkel Resmi dan Bengkel Non Resmi di Yogyakarta.....	33
4.5 Perbandingan Standar Lingkungan Kerja Bengkel Resmi dan Bengkel Non Resmi di Yogyakarta.....	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	36
5.1 Kesimpulan.....	36
5.2 Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	40
<i>Lampiran 1</i>	40

<i>Lampiran 2</i>	41
<i>Lampiran 3</i>	42
<i>Lampiran 4</i>	43
<i>Lampiran 5</i>	44



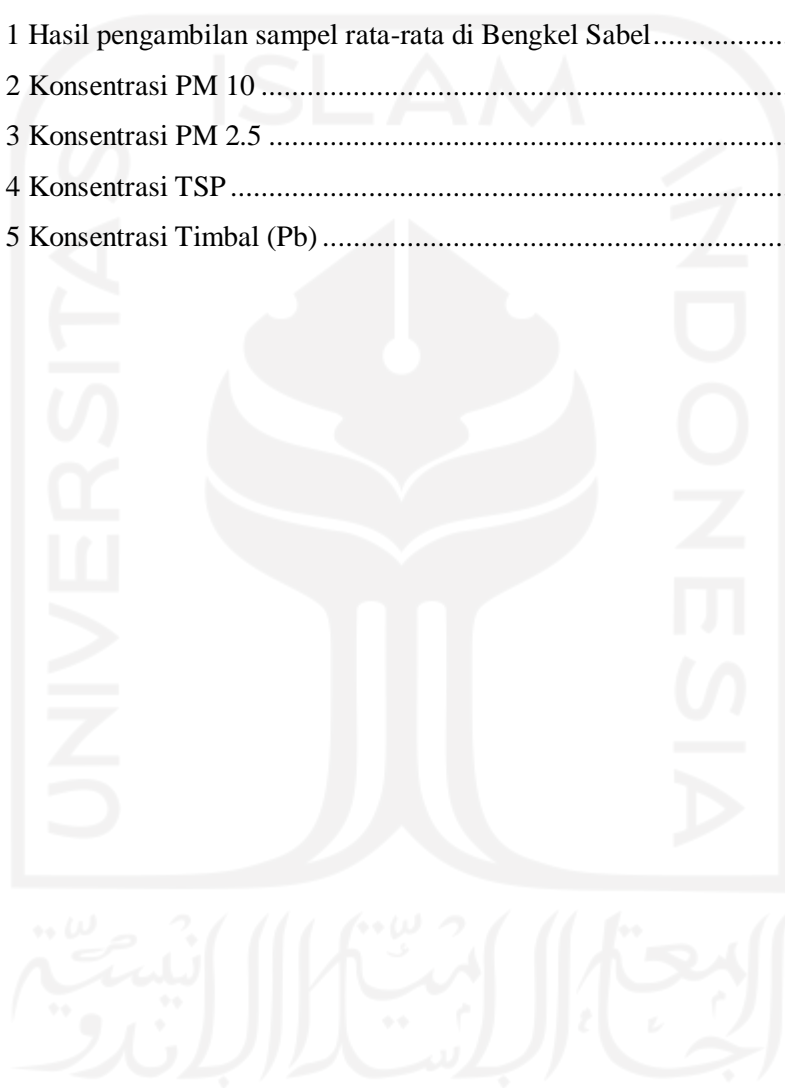


“Halaman ini sengaja dikosongkan”

الجامعة الإسلامية
الابستد الاندو

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Nilai Baku Mutu untuk PM ₁₀ dan PM _{2,5}	8
Tabel 2. 2 Nilai Baku Mutu untuk TSP dan Pb	8
Tabel 3. 1 Alat Penelitian	12
Tabel 3. 2 Bahan Penelitian	12
Tabel 4. 1 Hasil pengambilan sampel rata-rata di Bengkel Sabel.....	19
Tabel 4. 2 Konsentrasi PM 10	21
Tabel 4. 3 Konsentrasi PM 2.5	24
Tabel 4. 4 Konsentrasi TSP	27
Tabel 4. 5 Konsentrasi Timbal (Pb)	28





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

الجامعة الإسلامية
الاستدراكية
الاندونيسية

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 E-sampler Met One Instruments Particulate Monitor	9
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	13
Gambar 4. 1 Titik pertama lokasi sampling.....	18
Gambar 4. 2 Titik Kedua lokasi sampling	18
Gambar 4. 3 Grafik konsentrasi PM 10 pada Titik 1 di Bengkel Sabel Motor	20
Gambar 4. 4 Grafik konsentrasi PM 10 pada Titik 2 di Bengkel Sabel Motor	20
Gambar 4. 5 Grafik konsentrasi PM 2.5 pada Titik 1 di Bengkel Sabel Motor	23
Gambar 4. 6 Grafik konsentrasi PM 2.5 pada Titik 2 di Bengkel Sabel Motor	23
Gambar 4. 7 Grafik konsentrasi PM 2.5 pada Titik 1 di Bengkel Sabel Motor	25
Gambar 4. 8 Grafik konsentrasi PM 2.5 pada Titik 2 di Bengkel Sabel	26
Gambar 4. 9 Peta Kontur Sebaran Konsentrasi PM 10	29
Gambar 4. 10 Peta Kontur Sebaran Konsentrasi PM 2.5	30
Gambar 4. 11 Peta Kontur Sebaran Konsentrasi TSP	31
Gambar 4. 12 Peta Kontur Sebaran Konsentrasi Pb.....	33



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan jumlah manusia seiring dengan meningkatnya kebutuhan hidup. Transportasi merupakan salah satu kebutuhan yang memiliki peranan penting sebagai fasilitas penunjang pergerakan manusia (Damri et al., 2016). Hal ini sekaligus menjadi salah satu sumber utama pencemaran udara yang bersumber dari pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor yang menghasilkan emisi saat digunakan. Pengaruh merugikan juga menyebabkan masalah kesehatan seperti gangguan pernafasan, penyakit saluran tenggorokan, paru-paru, infeksi organ tubuh dan lainnya (Haruna et al., 2019).

Pencemaran udara di Indonesia sekitar 85% bersumber dari gas buang kendaraan bermotor. Kepemilikan kendaraan bermotor menjadi penyebab tingginya angka pencemaran udara tersebut (Septilia, 2020). Kendaraan bermotor merupakan teknologi yang membutuhkan bahan bakar minyak. Perawatan yang kurang serta penggunaan bahan bakar dengan kualitas rendah menjadi faktor penyebab emisi gas buang pada aktivitas kendaraan bermotor. Menurut Bappeda DIY bahan pencemar utama yang ada dalam gas buang kendaraan bermotor adalah karbon monoksida (CO), oksida nitrogen (NO_x), sulfur (SO_x), dan partikulat atau TSP dan timbel (Pb).

Salah satu yang menjadi perhatian utama adalah pencemaran udara dalam ruangan (*Indoor pollution*) mengingat pencemaran udara dalam ruangan merupakan gambaran dari penyebab berbagai macam permasalahan kesehatan manusia (Soesanto et al., 2005). Pekerja di bengkel mobil (mekanik, las mobil, perbaikan ban) merupakan salah satu pekerjaan yang secara teratur terkena elemen beracun selama mereka bekerja di dalam suatu ruangan. Dalam hal ini para pekerja akan terkena pelepasan racun dari kendaraan serta mungkin juga

terkena penguapan gas akibat bocoran oli (Al-Easawi et al., 2017). Menurut penelitian oleh Jarup (2003) dalam (Al-Easawi et al., 2017) menunjukkan bahwa pekerjaan dengan paparan logam berat secara langsung berpotensi menimbulkan bahaya kesehatan yang berbeda. Oleh karena itu diperlukan adanya pengaturan dari berbagai aspek mengenai ketentuan pekerjaan dalam ruangan.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini dilakukan dengan memperhatikan keterkaitan konsentrasi PM 10, PM 2,5, TSP dan Pb terhadap jumlah kendaraan, suhu kelembaban dan kecepatan angin.

1. Apakah parameter udara PM 10, PM 2,5 ,TSP dan Pb pada area bengkel sudah memenuhi baku mutu kualitas udara?
2. Bagaimana hasil peta kontur mengenai sebaran kadar parameter udara PM 10, PM 2,5 ,TSP dan Pb pada titik pengukuran?

1.3 Tujuan

1. Menganalisis kadar parameter PM 10, PM 2,5, TSP dan Pb di udara pada area bengkel.
2. Memetakan sebaran kadar parameter udara PM 10, PM 2,5 ,TSP dan Pb dengan peta kontur menggunakan *Software Surfer 16* yang terjadi di area bengkel.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat hasil penelitian ini diharapkan dapat :

1. Memberikan informasi serta masukan bagi masyarakat khususnya mekanik dan pemilik bengkel kendaraan roda dua mengenai bahaya partikulat PM10, PM 2.5, TSP dan Pb terhadap kesehatan terutama keluhan gangguan pernapasan.
2. Memberikan hasil penelitian kepada pihak terkait sehingga dapat dilakukan upaya dalam rangka penyempurnaan pengelolaan kualitas udara khususnya pada area perbaikan mekanik atau bengkel

3. Sebagai referensi bagi penelitian selanjutnya.

1.5 Ruang Lingkup

1. Ruang Lingkup Materi
 - a. Pengujian Timbal pada penelitian ini mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 19-7119.4-2017 Bagian 4: Cara uji kadar timbal (Pb) dengan metoda destruksi cara basah menggunakan spektrofotometer serapan atom nyala.
 - b. Baku Mutu untuk parameter PM 10 dan PM2.5 adalah Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1077/MENKES/PER/V/2011 Tentang Pedoman Penyelamatan Udara Dalam Ruang Rumah.
 - c. Baku Mutu untuk parameter TSP dan Pb adalah Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/MENKES/SK/XI/2002 Tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran Dan Industri.
2. Ruang Lingkup tempat dan waktu penelitian
 - a. Penelitian ini dilaksanakan pada bengkel roda dua "Sabel Motor" yang beralamat di Candi Winangun, Sardonoharjo RT 01/011, Sleman, Kota Yogyakarta.
 - b. Pengambilan sampel dilakukan selama 1 minggu mulai dari tanggal 31 Maret – 4 April 2022.
3. Ruang Lingkup pengambilan Sampel
 - a. Data primer penelitian ini yaitu data konsentrasi PM 10, PM 2,5, TSP, dan Pb dari pengambilan sampel langsung di bengkel.
 - b. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat alat pengambilan sampel udara ambient (*E-sampler*) untuk PM 10, PM 2,5 dan TSP dan *Low Volume Air Sampler (LVAS)* untuk Pb

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Udara

Menurut PP No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran udara, pencemaran udara merupakan masuk atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga terjadi mutu udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya. Pencemaran udara juga dapat bersumber dari aktivitas manusia antara lain karena asap pembakaran, uap mesin kendaraan dan penggunaan bahan sintetis yang terlihat di sekitar (Farikah et al., 2018).

Polutan udara diartikan sebagai segala substansi di udara yang dapat membahayakan manusia dan lingkungan. Polutan dibagi menjadi berbagai macam, seperti partikulat, VOCs (Volatile Organic Compounds) dan Halogen compounds. Polutan timbal, merkuri dan asbeston juga merupakan contoh jenis polutan lainnya (US EPA, 2009).

2.2 Pencemaran Udara Dalam Ruang (*Indoor Air Pollution*)

Pencemaran udara dalam ruangan menjadi penting karena berdasar penelitian menyatakan bahwa manusia menghabiskan 70% lebih waktunya berada di dalam ruangan atau tempat tinggal. Banyaknya aktivitas di dalam gedung atau ruangan akan semakin memungkinkan peningkatan jumlah polutan yang menyebabkan paparan risiko terhadap kesehatan manusia semakin tinggi (Astuti, 2010).

Menurut penelitian The National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH) dirinci menjadi 5 sumber meliputi:

1. Pencemaran akibat kegiatan penghuni dalam gedung seperti asap rokok, pestisida, bahan pembersih ruangan;

2. Pencemaran dari luar gedung meliputi masuknya gas buangan kendaraan bermotor, cerobong asap dapur karena penempatan lokasi lubang ventilasi yang tidak tepat;
3. Pencemaran dari bahan bangunan ruangan seperti formaldehid, lem, asbestos, fibreglass, dan bahan lainnya;
4. Pencemaran mikroba meliputi bakteri, jamur, virus atau protozoa yang dapat ditemukan di saluran udara dan alat pendingin ruangan beserta seluruh sistemnya; dan
5. Kurangnya udara segar yang masuk karena gangguan ventilasi udara dan kurangnya perawatan sistem peralatan ventilasi (Candrasari & Mukono, 2013).

2.3 Parameter

2.3.1 Unsur Timbal (Pb)

Timbal atau Plumbum (Pb) adalah salah satu polutan yang dihasilkan oleh aktivitas pembakaran kendaraan bahan bakar minyak bermotor (Wulandari & Putri, 2016). Penambahan timbal dalam bensin berfungsi untuk meningkatkan nilai oktan juga sebagai bahan aditif dalam bentuk *Tetra Ethyl Lead* (TEL). Setiap tahunnya diperkirakan knalpot mengeluarkan 600 ton polutan timbal. Timbal dapat mengakibatkan kerusakan organ tubuh terutama sistem saraf, darah, ginjal serta sistem jantung dan reproduksi. Menurut penelitian bahaya timah hitam merupakan penyebab potensial dalam peningkatan akumulasi kandungan timbal dalam darah. Akumulasi timbal dalam darah yang relatif tinggi akan menyebabkan sindrom saluran pencernaan, kesadaran, anemia, kerusakan ginjal, hipertensi, neuromuskular, dan konsekuensi patofisiologis dan kerusakan saraf pusat dan perubahan perilaku. Beberapa penelitian menjelaskan beberapa faktor akan menyebabkan kandungan timbal dalam darah. Faktor tersebut dapat berasal dari lingkungan yang terkontaminasi, inhalasi ataupun digesti (Ardillah, 2016).

2.3.2 Total Suspended Particulate (TSP)

Total Suspended Particulate (TSP) merupakan partikel tersuspensi yang ada di udara permukaan, mengacu pada semua partikel yang ukurannya kurang dari 100 mikrometer. Partikel-partikel ini secara konstan memasuki atmosfer dari banyak sumber. Sumber alami tersebut seperti tanah, bakteri dan virus, jamur, serbuk sari dan partikel garam dari penguapan air laut. Selain itu terdapat sumber yang berasal dari manusia meliputi produk pembakaran dari pemanasan ruang, proses industri, pembangkit listrik, cerobong asap, insinerator dan penggunaan kendaraan bermotor (Alias et al., 2007).

Menurut IARC atau International Agency for Research on Cancer (2013) dalam (Prilila et al., 2016) menyatakan bahwa partikulat merupakan salah satu komponen utama dari polusi udara dan telah dievaluasi dan diklasifikasi bersifat karsinogenik kelompok satu. IARC menemukan risiko yang tinggi terhadap kanker paru-paru mengikuti tingginya paparan dari partikulat dan polusi udara.

2.3.3 Particulate Matter (PM₁₀)

Materi partikulat (PM) adalah istilah kolektif yang digunakan untuk padatan dan/atau partikel cair yang ditemukan di atmosfer. Sementara partikel individu tidak dapat dilihat dengan mata telanjang, secara kolektif mereka dapat muncul sebagai jelaga hitam, awan debu atau kabut abu-abu (Alias et al., 2007). Menurut Depkes RI partikel ini berukuran sangat kecil mulai dari , 1 mikron sampai dengan maksimal 500 mikron. Terbentuknya partikel ini bersumber dari berbagai proses seperti letusan gunung berapi dan hembusan debu serta tanah oleh angin. Aktivitas manusia juga berperan misalnya terbentuknya partikel debu akibat asbes dari bahan bangunan, abu terbang akibat peleburan baja, proses pembakaran tidak sempurna dan lainnya (Pujyanti, 2020).

Partikel debu ini akan berada di udara dalam waktu yang relatif lama di udara dan dapat masuk kedalam tubuh manusia melalui saluran pernafasan. Menurut WHO (2011) dalam (Mursinto & Kusumawardani, 2016) efek kesehatan dari paparan PM₁₀ dalam waktu singkat dapat mempengaruhi reaksi radang paru-paru, ISPA (infeksi saluran pernapasan atas), gangguan pada sistem

kardiovaskuler, meningkatnya perawatan gawat darurat, peningkatan penggunaan obat, bahkan kematian. Sementara dampak jangka panjang PM_{10} dapat menyebabkan gangguan saluran pernafasan (sistem pernafasan bawah, asma, penurunan fungsi paru pada anak) hingga penurunan harapan hidup dan kanker paru-paru (Nurjanah et al., 2014).

2.3.4 Fine Partikel Inhalable ($PM_{2,5}$)

Fine Partikel Inhalable ($PM_{2,5}$) adalah partikel yang memiliki ukuran $\leq 2,5$ μm , umumnya bersumber dari kegiatan pembakaran, pembakaran kayu, asap rokok (US EPA, 2009). Komposisi pembentuk $PM_{2,5}$ sendiri adalah *sulfat, nitrat, organic compounds, ammonium compounds, metal, acidic material*, dan bahan kontaminan lainnya yang dapat memberikan akibat buruk bagi kesehatan (Gunaprawira et al., 2021). Beberapa efek kesehatan yang ditimbulkan oleh partikulat ini adalah kematian dini pada orang dengan penyakit jantung dan paru-paru, serangan jantung, asma, penurunan fungsi paru, batuk. Beberapa studi menunjukkan bahwa pekerja dengan pajanan debu respirabel lebih banyak yang mengalami gangguan fungsi paru dengan persentase lebih dari 50% (Yulaekah, 2009).

2.4 Baku Mutu

2.4.1 Baku Mutu Parameter PM 10 dan PM 2.5

Baku mutu kualitas udara dalam ruang dengan lama pengukuran 8 jam sesuai jam kerja untuk parameter PM 10 dan PM 2.5 belum tersedia, sehingga digunakan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1077/MENKES/PER/V/2011 Tentang Pedoman Penyehatan Udara Dalam Ruang Rumah. Nilai baku mutu untuk PM 10 dan PM 2.5 di tampilkan pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2. 1 Nilai Baku Mutu untuk PM₁₀ dan PM_{2,5}

Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu
PM ₁₀	24 jam	≤ 70 µg/m ³
PM _{2,5}	24 jam	35 µg/m ³

Sumber : Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1077/MENKES/PER/V/2011 Tentang Pedoman Penyehatan Udara Dalam Ruang Rumah

2.4.1 Baku Mutu Parameter TSP dan Pb

Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/MENKES/SK/XI/2002 Tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran Dan Industri merupakan baku mutu yang digunakan untuk parameter TSP dan Pb. Baku mutu ini dipilih karena lokasi penelitian yaitu bengkel merupakan lingkungan kerja industri serta lama pengukuran 8 jam sesuai dengan jam kerja bengkel pada lokasi penelitian. Tabel nilai baku mutu ditampilkan sebagai berikut.

Tabel 2. 2 Nilai Baku Mutu untuk TSP dan Pb

Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu
Total Suspended Particulate (TSP)	8 jam	10 mg/m ³
Timah Hitam (Pb)	8 jam	0,1 mg/m ³

Sumber : Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/MENKES/SK/XI/2002 Tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran Dan Industri

2.5 Low Volume Air Sampel (LVAS)

Pengukuran konsentrasi Pb dalam TSP didapat dengan menggunakan alat Low Volume Air Sampel (LVAS). LVAS merupakan instrumen yang mengumpulkan sampel partikel udara dengan volume yang kecil (lebih kecil dari alat High Volume Air Sampler (HVAS)). Berdasarkan SNI 16-7058-2004 tentang Pengukuran kadar debu total di udara tempat kerja, prinsip alat ini yaitu meletakan

alat pada titik pengukuran setinggi zona pernafasan, pengambilan sampel dilakukan beberapa menit hingga satu jam (sesuai kebutuhan dan tujuan pengukuran).

2.6 *E-sampler Met One Instruments Particulate Monitor*

E-sampler Met One Instruments, Inc. adalah alat otomatis yang dapat mengukur dan merekam secara *real time* mengenai tingkat konsentrasi partikel PM 10, PM2.5 atau TSP di udara. *E-Sampler* menggabungkan respons *real-time* yang sangat baik dari *nephelometer* dengan akurasi dan ketertelusuran dari sampler gravimetri manual. Bagian ini menjelaskan sistem pengukuran dimana hasil pengukuran dapat dilihat secara otomatis pada tampilan layar pada alat. Berikut merupakan gambar alat *E-Sampler*.



Gambar 2. 1 *E-sampler Met One Instruments Particulate Monitor*

2.7 *Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)*

Spektrofotometri adalah metode analisis secara kuantitatif dimana pengukurannya berdasar pada banyaknya radiasi yang dihasilkan atau diserap oleh molekul analit atau spesi atom. Salah satu bagian dari spektrofotometri adalah

Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) atau disebut Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) metode ini digunakan untuk menganalisis unsur secara kuantitatif berdasarkan penyerapan cahaya pada panjang gelombang tertentu oleh atom logam dalam keadaan bebas (Skoog, 2000 dalam Wulandari & Putri, 2016).

2.8 Software Surfer 16

Surfer merupakan program aplikasi pemetaan yang umum digunakan untuk membuat kontur dan peta 3 (tiga) dimensi yang berbasis grid (*Grid-based countouring and 3D surface plotting graphics program*). Program ini berjalan pada sistem operasi Windows. Cara kerja *Software Surfer* sendiri adalah menginterpolasikan data XYZ yang tidak beraturan menjadi bentuk grid yang teratur dan meletakkan hasil proses grid ke dalam file *.GRD. Selanjutnya file tersebut akan digunakan untuk membuat peta kontur atau peta permukaan 3D.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Maret – April tahun 2022. Lokasi penelitian berada di bengkel non resmi "Sabel Motor", Kabupaten Sleman, Provinsi Yogyakarta. Pengukuran PM₁₀, PM_{2.5}, TSP, dan Pb dilakukan di 2 titik pengukuran, dapat dilihat pada denah lokasi penelitian (Lampiran 1). Adapun pertimbangan memilih lokasi tersebut sebagai tempat penelitian karena:

1. Bengkel kendaraan roda dua "Sabel Motor" merupakan bengkel non resmi satu-satunya di Jalan Pandanaran. Selain itu bengkel ini memiliki aktivitas yang cukup padat. Setiap harinya bengkel menerima jasa pelayanan dengan rata-rata 20 sepeda motor dengan waktu kerja mekanik lebih kurang 8 jam.
2. Bengkel merupakan salah satu lingkungan kerja yang memiliki risiko pencemaran udara dalam ruang dan memungkinkan mekanik terpapar gas-gas pencemar pada saat bekerja.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Dalam penelitian kali ini digunakan beberapa alat. Daftar alat yang digunakan dapat dilihat dalam Tabel 3.1 sebagai berikut.

Tabel 3. 1 Alat Penelitian

No	Nama Alat
1	<i>Low Volume Air Sampler (LVAS)</i>
2	<i>E-Sampler</i>
3	Pinset
4	Spatula
5	Desikator
6	<i>Hot Plate Stirrer</i>
7	<i>Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)</i>
8	Tripod
9	<i>Anemometer indoor</i>
10	Roll Kabel
11	<i>Thermohygrometer digital</i>

3.2.2 Bahan

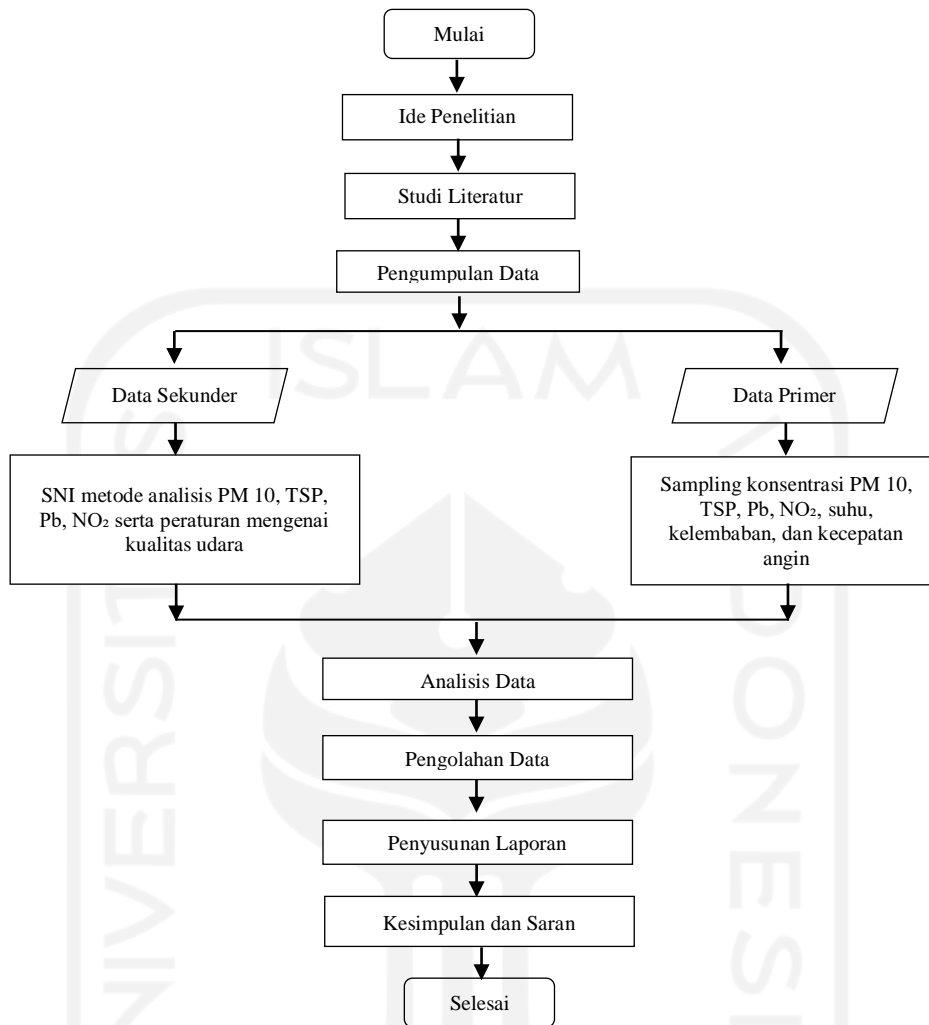
Dalam penelitian kali ini digunakan beberapa bahan untuk proses destruksi timbal. Daftar bahan yang digunakan dapat dilihat dalam Tabel 3.2 sebagai berikut.

Tabel 3. 2 Bahan Penelitian

No	Nama Bahan
1	Asam Nitrat (HNO_3)
2	Air suling
3	Kertas Saring
4	Larutan standar nitrit

3.3 Tahapan Penelitian

Alur tahapan kegiatan yang akan dilakukan selama penelitian ini digambarkan dengan diagram alir. Diagram alir tahapan penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.1



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.4 Metode Pengumpulan data

3.4.1 Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dengan melakukan penelitian oleh peneliti sendiri. Adapun data primer yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu:

1. Data hasil pengukuran konsentrasi PM 10, PM 2,5, TSP, dan Timbal (Pb) selama delapan jam di bengkel Sabel Motor.
2. Pengamatan atau observasi mengenai karakteristik bengkel yaitu suhu, kelembaban, dan kecepatan angin di bengkel Sabel Motor.
3. Penentuan titik dilakukan secara tentatif dikarenakan kondisi lokasi penelitian yang tidak terlalu besar. Namun, penentuan titik pada

lokasi dipastikan konsentrasi pencemarnya tinggi dan mewakili wilayah studi. Maka dari itu, berdasarkan pada kondisi lapangan dimana area kerja montir dengan banyak kendaraan pelanggan menjadikan ditentukan terdapat 2 titik yang diukur pada setiap shift kerja.

- a. Titik 1 berada di tengah area kerja montir dekat dengan pintu masuk.
- b. Titik 2 berada pada tepi area kerja bagian utara.

3.4.2 Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari buku-buku dan jurnal serta literatur-literatur lain yang mendukung sebagai bahan kepustakaan.

3.5 Aspek Pengukuran

3.5.1 Pengukuran PM 10, PM 2.5 dan TSP

Konsentrasi PM 10, PM 2,5 dan TSP diukur dengan menggunakan alat E-sampler yang memiliki prinsip dengan sistem vakum dengan menarik udara lingkungan sekitar melalui inlet. Kemudian Filter dapat diekstraksi dan diganti dalam waktu kurang dari satu menit. Pengukuran PM 10, PM 2,5 dan TSP dilakukan pada 2 titik selama delapan jam di Bengkel Sabel Motor .

3.5.2 Pengukuran Pb

Konsentrasi Pb didapat dengan melakukan destruksi dari konsentrasi TSP yang didapat dengan menggunakan alat *Low Volume Air Sampler* (LVAS) yang selanjutnya kadar Pb diukur menggunakan alat Spektrofotometer Serapan Atom (ASS). Pengukuran kadar Pb di udara ambien bengkel menggunakan Standar Nasional Indonesia (SNI) 19-7119.4-2017 Bagian 4: Cara uji kadar timbal (Pb) dengan metoda destruksi cara basah menggunakan spektrofotometer serapan atom nyala.

3.6 Metode Analisis Data

Data hasil pengukuran lapangan yang didapat yaitu berupa konsentrasi

pencemar udara serta kualitas udara dalam bengkel roda dua di Jalan Pandanaran UII. Data yang telah didapatkan selanjutnya akan dibuat tabulasi untuk dicari nilai rata-rata, nilai maksimum dan nilai minimum untuk memudahkan dalam pengamatan. Selanjutnya analisis dilakukan setelah data diolah dengan cara membandingkan data yang didapat dengan literatur dan baku mutu yang berlaku. Data juga dianalisa dengan memperhatikan faktor yang dapat mempengaruhi kualitas udara dalam ruang. Faktor tersebut seperti jumlah kendaraan, suhu, kelembaban serta kecepatan angin.

3.6.1 Perhitungan Konsentrasi Timbal (Pb) dalam TSP

Sesuai dengan persamaan yang berlaku pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 19-7119.4-2017 Bagian 4: Cara uji kadar timbal (Pb) dengan metoda destruksi cara basah menggunakan spektrofotometer serapan atom nyala, data dari pengambilan sampel *Total Suspended Particulate* (TSP) selanjutnya diolah kedalam persamaan berikut :

- Koreksi Laju Alir Standar

$$Q_s = Q_0 \times \left[\frac{T_s \times P_0}{T_0 \times P_s} \right]^{1/2}$$

Keterangan

- Q_s = laju alir volume dikoreksi pada kondisi standar (m³/menit)
- Q₀ = laju alir volume (m³/menit)
- T_s = temperatur standar, 298 K
- T₀ = temperatur absolut (293 + t ukur) dimanana Q₀°c ditentukan
- P_s = tekanan baromatik standar, 101,3 kPa (760 mmHg)
- P₀ = tekanan baromatik dimana Q₀ ditentukan

- Volume udara yang diambil

$$V = Q_s \times T$$

Keterangan

- V = Volume udara yang diambil (m³)
- Q_s = laju alir volume (m³/menit) (m³/menit)

T = durasi pengambilan contoh uji (menit)

- Konversi logam, dengan persamaan :

$$C_{pb} = \frac{(C_t - C_b) \times V_t \times \frac{S}{St}}{V}$$

Keterangan

CPb = kadar logam di udara ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Ct = kadar logam dalam larutan contoh uji yang di spike ($\mu\text{g}/\text{ml}$)

Cb = kadar logam dalam larutan blanko ($\mu\text{g}/\text{ml}$)

Vt = volume larutan contoh uji (ml)

S = luas contoh uji yang terpapar debu pada permukaan filter (mm^2)

St = luas contoh uji yang digunakan (mm^2)

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

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

Pada penelitian ini pengambilan data nilai konsentrasi TSP, PM 10, PM 2,5 diudara menggunakan alat *E-sampler*. Prinsip alat ini adalah mengukur dan mencatat secara otomatis tingkat konsentrasi partikulat TSP, PM 10, PM2.5 secara real time dimana menggunakan prinsip hamburan sinar laser. Kemudian uji sampel logam berat Timbal (Pb) dalam TSP di udara pada penelitian ini di ambil menggunakan alat *Low Volume Air Sampler (LVAS)*. Dalam penggunaannya alat ini dilengkapi dengan kertas saring yang digunakan sebagai media untuk menangkap TSP yang selanjutnya didestruksi untuk dilakukan pembacaan kadar Pb dengan menggunakan alat spektrofotometer serapan atom.

4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Bengkel Sabel Motor sebagai lokasi penelitian ini berada di Jalan Pandanaran UII, Candiwinangun, Sardonoharjo RT 01/011 , Sleman, Yogyakarta. Bengkel Sabel motor merupakan bengkel non resmi dengan pengunjung yang cukup padat dimana terhitung sekitar 20 – 25 motor setiap harinya.

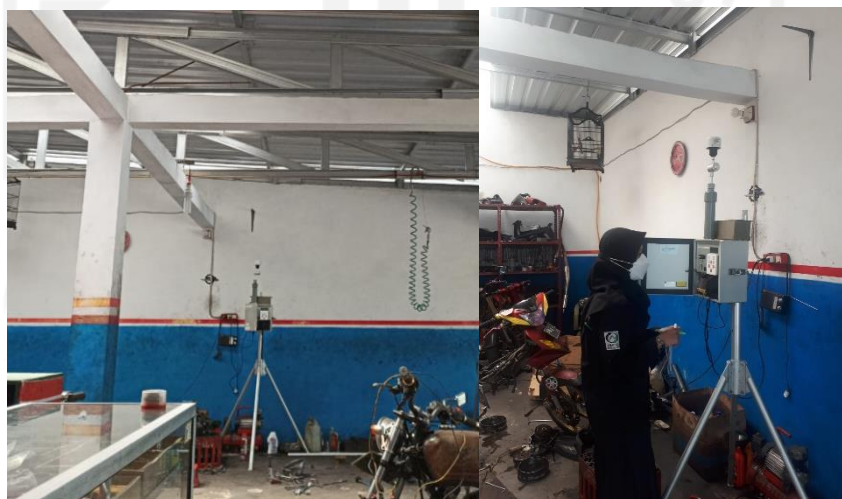
Pada bengkel ini ditentukan dua titik pengukuran berdasarkan kepadatan aktivitas pekerja dapat dilihat pada Lampiran 1. Selama pengambilan sampel uji dilakukan juga pengambilan data faktor lingkungan lain seperti jumlah kendaraan, suhu, kelembaban, dan kecepatan angin. Pengambilan data sampel dan faktor lingkungan dilakukan secara bersamaan.

Titik lokasi penelitian yang pertama merupakan area kosong diantara ruang etalase dan ruang tunggu yang berjarak kurang dari 1 meter dari area servis kendaraan. Hal ini menyebabkan area ini merupakan area yang terdampak debu partikulat dari asap kendaraan. Titik lokasi penelitian kedua berada di area kerja montir, lokasi ini dipilih karena cukup menggambarkan kondisi udara dalam ruang

serta letaknya yang dekat dengan sumber listrik. Selain itu titik kedua ini juga sejajar dengan pintu masuk kendaraan yang akan diservis, serta kondisinya yang lebih kotor dan lebih dekat lagi dengan Penempatan alat E-Sampler serta LVAS pada lokasi yang sudah ditentukan seperti yang terdapat pada gambar 4.1 untuk Titik pertama dan 4.2 untuk Titik kedua.



Gambar 4. 1 Titik pertama lokasi sampling



Gambar 4. 2 Titik Kedua lokasi sampling

Pengambilan sampel pada penelitian ini dilakukan selama 4 hari dengan durasi pengukuran 8 jam untuk setiap harinya dimulai pukul 08.00-16.00 WIB.

Pencatatan data faktor lingkungan dalam bengkel dilakukan sebanyak 8 kali dalam rentang waktu 1 jam selama pengambilan sampel berlangsung. Berikut merupakan hasil rata-rata pengambilan data faktor meteorologis di Bengkel Sabel Motor terdapat pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4. 1 Hasil pengambilan sampel rata-rata di Bengkel Sabel

Hari, Tanggal	Waktu	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Kecepatan angin (m/s)	Kondisi
Kamis, 31 Maret 2022	08.00- 16.00	31,46	59,63	0,18	Cerah
Jumat, 1 April 2022	08.00- 16.00	31,60	61,14	0,12	Cerah
Sabtu, 2 April 2022	08.00- 16.00	32,04	57,99	0,09	Cerah
Senin, 4 April 2022	08.00- 16.00	31,20	62,90	0,13	Hujan

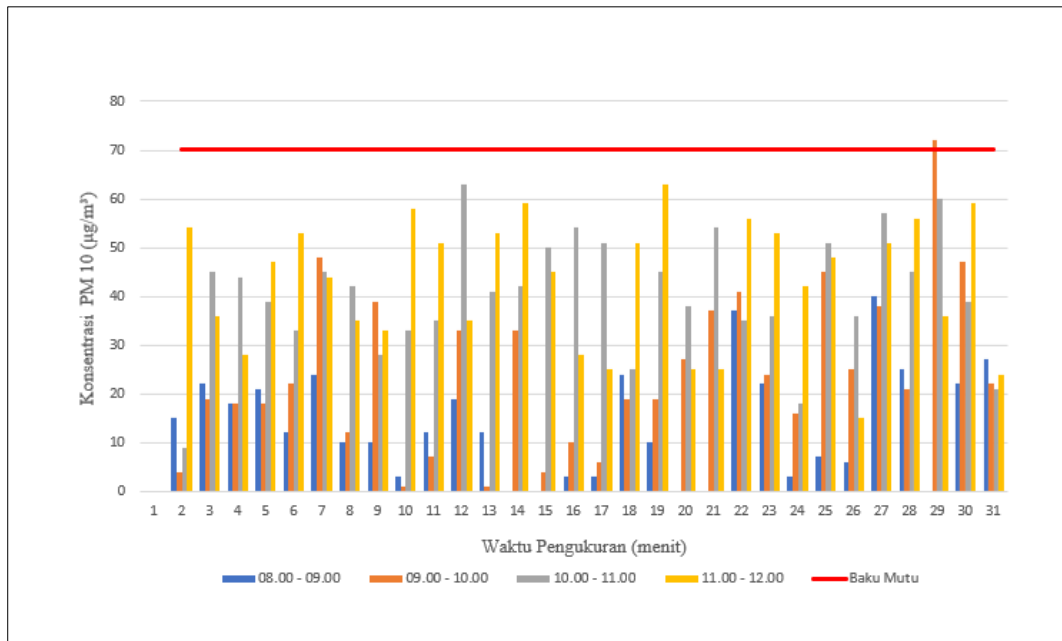
Dari Tabel 4.1 didapatkan hasil rata-rata suhu tertinggi yaitu 32,04 °C pada Sabtu, 2 April 2022, kemudian suhu terendah yaitu 31,20 °C pada Senin, 4 April 2022. Untuk nilai kelembaban hasil rata-rata tertinggi pada hari Senin yaitu 62,90%, serta rata-rata terendahnya pada hari Sabtu dengan nilai 57,99%. Selanjutnya nilai rata-rata kecepatan angin tertinggi yaitu 0,18 m/s pada hari Kamis sedangkan nilai rata-rata terendahnya yaitu 0,09 pada hari Sabtu. Kondisi lingkungan pada saat pengambilan sampel selama 4 hari di Bengkel Sabel Motor didapati kondisi cerah kecuali pada hari Senin, 4 April 2022 didapati kondisi hujan.

4.2 Konsentrasi PM 10, PM 2.5, TSP dan Pb

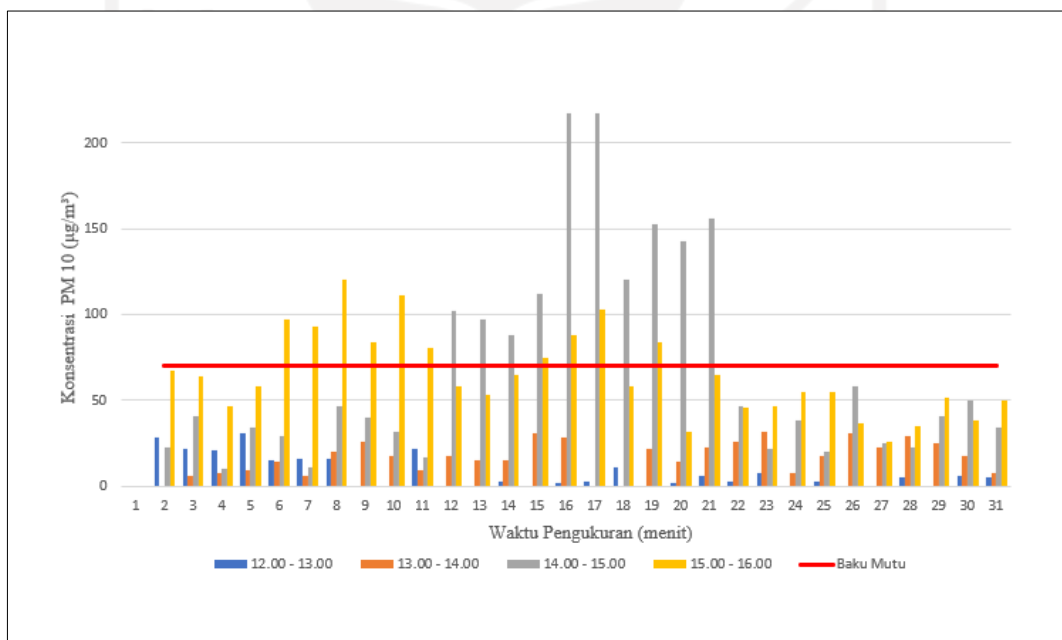
4.2.1 Konsentrasi PM 10

Pengambilan data konsentrasi PM 10 dilakukan dengan menggunakan alat E-Samper – Met One. Pengukuran dilakukan selama 8 jam dimana dalam selang waktu 1 jam pengukuran dilakukan pada menit 1 hingga 10, menit 21 hingga 30, menit 41 hingga 50. Dari hasil pencatatan selanjutnya ditampilkan dalam bentuk

grafik pada Gambar 4.3 dan Gambar 4.4 sebagai berikut.



Gambar 4. 3 Grafik konsentrasi PM 10 pada Titik 1 di Bengkel Sabel Motor



Gambar 4. 4 Grafik konsentrasi PM 10 pada Titik 2 di Bengkel Sabel Motor

Grafik konsentrasi pengukuran pada Gambar 4.3 dan Gambar 4.4 di atas ditampilkan sebelum data dibuat rata-rata, agar dapat diketahui nilai konsentrasi fluktuatif yang disebabkan oleh beberapa faktor lingkungan yang dapat

mempengaruhi nilai konsentrasi. Dari Gambar 4.3 dapat dilihat bahwa pada menit ke 29 pada pengukuran pukul 09.00 – 10.00 terdapat nilai konsentrasi yang melebihi baku mutu. Hal ini disebabkan karena lokasi penelitian yang berada di tepi jalan dan bengkel memiliki pintu masuk yang lebar, kemudian menyebabkan kecepatan angin yang dinamis dapat menyebarkan partikulat sehingga hasil pengukuran konsentrasi tercatat sebagai kenaikan yang melebihi baku mutu.

Pada pukul 10.00-11.00 yang ditandai dengan grafik berwarna abu-abu tercatat nilai konsentrasi yang relatif tinggi. Begitu juga pada pengukuran pukul 11.00-12.00 juga menghasilkan nilai konsentrasi yang cukup tinggi. Namun nilai konsentrasi tidak ada yang melebihi nilai baku mutu yang diterapkan.

Pada Gambar 4.4 pengukuran dilakukan pada siang hingga sore hari. Pada hari pengukuran pukul 14.00-16.00 merupakan puncak keramaian pengunjung terutama mahasiswa. Selain itu Gambar 4.4 juga merupakan grafik yang menunjukkan konsentrasi pada Titik 2, dimana titik tersebut merupakan titik yang berada pada area servis yang dekat dengan sumber pencemar. Kemudian beberapa pekerjaan servis kendaraan dilakukan seperti penarikan tuas gas motor, pembersihan onderdil tepatnya pada bagian bawah kendaraan yang merupakan bagian dengan banyak debu dan partikulat sejenisnya. Hal ini selaras dengan kenaikan konsentrasi polutan PM 10 seperti pada grafik yang melebihi baku mutu yang diterapkan pada pencatatan setiap menit pada pukul 14.00-16.00.

Hasil pencatatan data dari Gambar 4.3 dan Gambar 4.4 di atas selanjutnya direkapitulasi untuk dicari nilai rata-rata, nilai maksimum dan nilai minimum yang kemudian dibandingkan dengan baku mutu yang diterapkan. Hasil analisis konsentrasi PM 10 ditampilkan pada Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4. 2 Konsentrasi PM 10

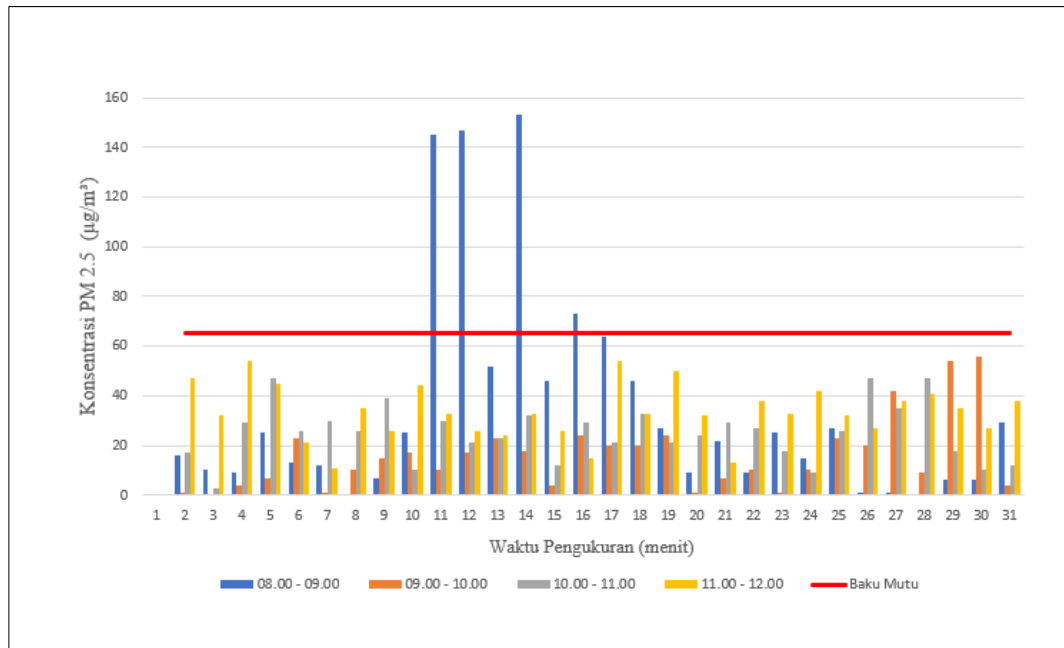
Waktu Pengukuran	Titik Sampel	PM 10	Baku Mutu (PerMenKes RI No1077/MENKES/PER/V/2011)
		($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
08.00-09.00	Titik 1	13,57	70
09.00-10.00	Titik 1	24,27	70
10.00-11.00	Titik 1	40,47	70
11.00-12.00	Titik 1	42,93	70

Rata-rata		30,31	70
12.00-13.00	Titik 2	7,60	70
13.00-14.00	Titik 2	16,67	70
14.00-15.00	Titik 2	68,23	70
15.00-16.00	Titik 2	64,80	70
Rata-rata		39,33	70

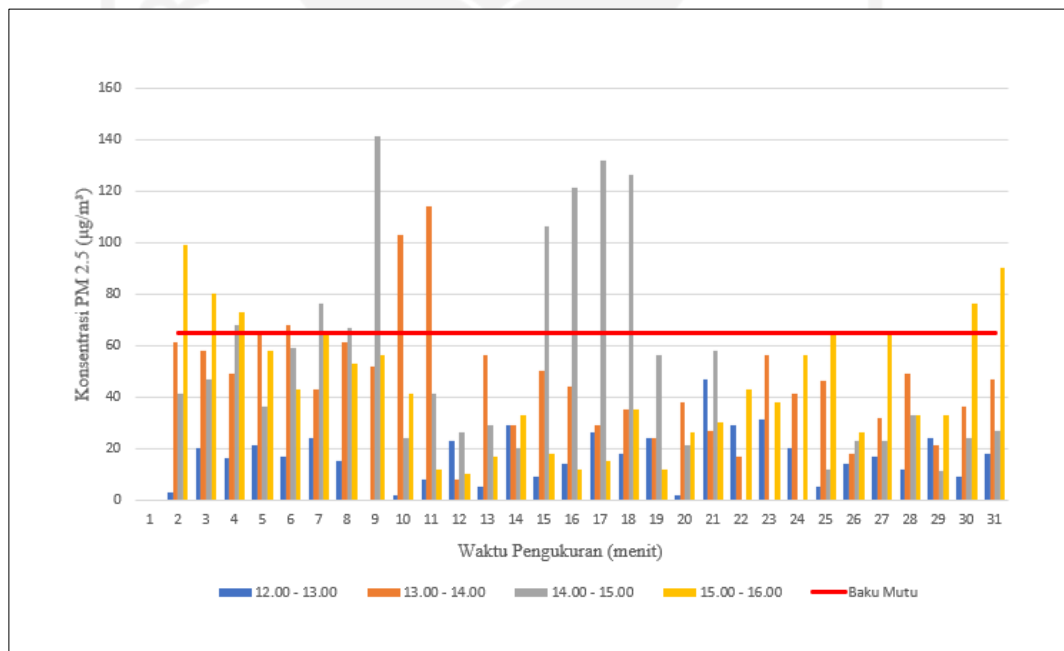
Berdasarkan hasil analisis konsentrasi PM 10 pada Tabel 4.2 di atas, dapat dilihat bahwa konsentrasi rata-rata tertinggi PM 10 diperoleh pada Titik 2 dimana pengukuran dilakukan pada siang hingga sore hari yaitu 39,33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sedangkan Titik 1 diperoleh rata-rata sebesar 30,31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Meskipun hasil pengukuran konsentrasi rata-rata pada Titik 2 tergolong tinggi namun masih di bawah batas baku mutu yang diterapkan.

4.2.2 Konsentrasi PM 2.5

Pengambilan data konsentrasi PM 2.5 dilakukan dengan menggunakan alat E-Samper – Met One. Pengukuran parameter PM 2.5 juga dilakukan selama 8 jam dimana dalam selang waktu 1 jam pengukuran dilakukan pada menit 1 hingga 10, menit 21 hingga 30, menit 41 hingga 50. Dari hasil pencatatan selanjutnya ditampilkan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.5 dan Gambar 4.6 sebagai berikut.



Gambar 4. 5 Grafik konsentrasi PM 2.5 pada Titik 1 di Bengkel Sabel Motor



Gambar 4. 6 Grafik konsentrasi PM 2.5 pada Titik 2 di Bengkel Sabel Motor

Grafik konsentrasi pengukuran pada Gambar 4.5 di atas ditampilkan sebelum data dibuat rata-rata agar dapat diketahui nilai konsentrasi yang fluktuatif yang disebabkan oleh beberapa faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi nilai konsentrasi. Dari Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa pada pengukuran pukul 08.00 –

09.00 terdapat nilai konsentrasi yang melebihi baku mutu. Tingginya konsentrasi ini disebabkan karena dilakukan servis pembersihan filter motor serta penarikan tuas gas motor. Oleh karena hal tersebut konsentrasi PM 2.5 tercatat tinggi dan berada di atas nilai baku mutu yang diterapkan. Sedangkan pengukuran pada pukul 09.00-12.00 menghasilkan nilai konsentrasi yang berada di bawah baku mutu yang diterapkan.

Selanjutnya Gambar 4.6 menampilkan grafik konsentrasi PM 2.5 pada titik 2 dimana pengukuran dilakukan pada pukul 12.00-16.00. Berdasarkan gambar diketahui bahwa konsentrasi pada pukul 13.00-16.00 menghasilkan nilai yang cukup tinggi atau berada di atas baku mutu yang diterapkan. Hal ini disebabkan karena pekerja melakukan pembersihan filter pada dua kendaraan yang sedang diservis secara bersamaan serta banyaknya jumlah kendaraan yang sedang diservis.

Hasil pencatatan data dari Gambar 4.5 dan Gambar 4.6 di atas selanjutnya direkapitulasi untuk dicari nilai rata-rata, nilai maksimum dan nilai minimum, kemudian dibandingkan dengan baku mutu yang diterapkan. Hasil analisis konsentrasi PM 2.5 ditampilkan pada Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4. 3 Konsentrasi PM 2.5

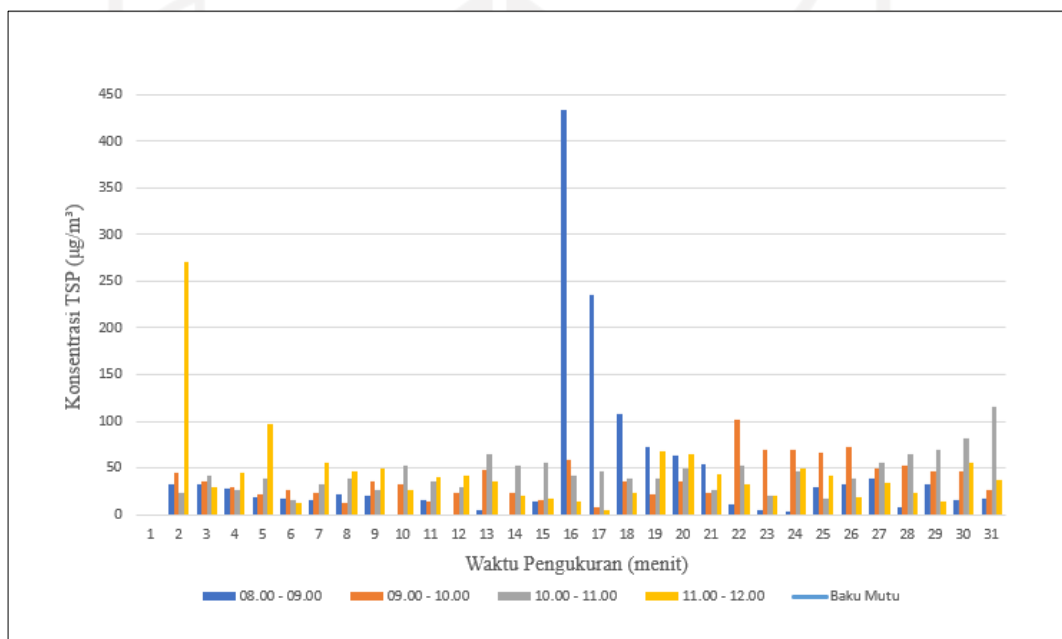
Waktu Pengukuran	Titik Sampel	PM 2.5	Baku Mutu (PerMenKes RI No1077/MENKES/PER/V/2011)
		($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
08.00-09.00	Titik 1	34,00	35
09.00-10.00	Titik 1	15,83	35
10.00-11.00	Titik 1	25,03	35
11.00-12.00	Titik 1	33,50	35
Rata-rata		27,09	35
12.00-13.00	Titik 2	16,73	35
13.00-14.00	Titik 2	45,87	35
14.00-15.00	Titik 2	48,27	35
15.00-16.00	Titik 2	43,67	35
Rata-rata		38,64	35

Dari Tabel 4.3 Konsentrasi PM 2.5 di atas, diperoleh konsentrasi rata-rata tertinggi PM 2.5 ada pada Titik 2 yaitu sebesar $38,64 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sedangkan Titik 1 diperoleh nilai rata-rata konsentrasi yang lebih rendah yaitu $27,09 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hasil

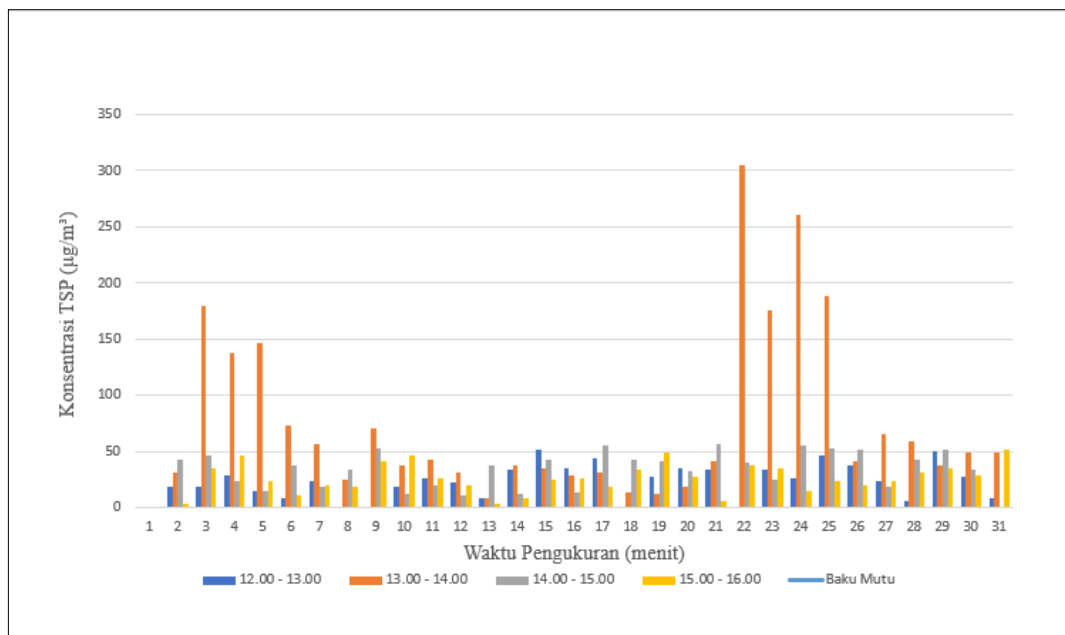
pengukuran pada Titik 1 berada di bawah baku mutu yang diterapkan. Namun hasil pengukuran pada Titik 2 berada di atas batas baku mutu.

4.2.3 Konsentrasi TSP

Pengambilan data konsentrasi TSP dilakukan dengan menggunakan alat E-Samper – Met One. Pengukuran dilakukan selama 8 jam dimana dalam selang waktu 1 jam pengukuran dilakukan pada menit 1 hingga 10, menit 21 hingga 30, menit 41 hingga 50. Dari hasil pencatatan selanjutnya ditampilkan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.7 dan Gambar 4.8 sebagai berikut.



Gambar 4. 7 Grafik konsentrasi TSP pada Titik 1 di Bengkel Sabel Motor



Gambar 4. 8 Grafik konsentrasi TSP pada Titik 2 di Bengkel Sabel Motor

Pada Gambar 4.7 dapat dilihat bahwa Titik 1 menghasilkan konsentrasi partikulat yang tinggi dikarenakan beberapa faktor seperti pada hari pengukuran pagi hari mengalami keramaian jumlah kendaraan yang di servis. Selanjutnya pada menit 16 hingga 20 pada pengukuran pukul 08.00-09.00 menghasilkan nilai konsentrasi yang tinggi dikarenakan Titik 1 pada lokasi pengukuran berada di tengah ruangan dimana titik tersebut merupakan area yang berada tepat di muka knalpot kendaraan yang sedang diperbaiki sehingga gas buangan yang dihasilkan knalpot langsung masuk pada alat ukur yang digunakan. Kemudian pada menit ke 2 pada pengukuran pukul 11.00-12.00 terdapat kenaikan konsentrasi dimana hal ini disebabkan karena pada awal pengukuran pekerja melakukan pembersihan area servis (area kerja). Walaupun hasil pengukuran konsentrasi pada Titik 1 tinggi pada beberapa menit namun masih jauh di bawah batas baku mutu yang diterapkan.

Berdasarkan Gambar 4.8 diatas diketahui bahwa pada pukul 13.00-14.00 terdapat beberapa nilai konsentrasi yang tinggi, hal ini disebabkan karena Titik 2 berada lebih dekat dengan area entrance yang mana pada jam ini didapati kecepatan angin yang cukup besar sehingga memungkinkan partikulat dari luar

bengkel masuk ke dalam area servis. Hasil pengukuran pada Titik 2 diperoleh konsentrasi TSP yang lebih rendah dibandingkan Titik.

Hasil pencatatan data selanjutnya direkapitulasi untuk untuk dicari nilai rata-rata, nilai maksimum dan nilai minimum, kemudian dibandingkan dengan baku mutu yang diterapkan. Hasil analisis konsentrasi TSP ditampilkan pada Tabel 4.4 berikut.

Tabel 4. 4 Konsentrasi TSP

Waktu Pengukuran	Titik Sampel	TSP	Baku Mutu (Kep.MenKes RI No 1405/MENKES/SK/XI/2002)	
		($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	(mg/m^3)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
08.00-09.00	Titik 1	45,87	10	10000
09.00-10.00	Titik 1	38,93	10	10000
10.00-11.00	Titik 1	44,33	10	10000
11.00-12.00	Titik 1	44,33	10	10000
Rata-rata		43,37	10	10000
12.00-13.00	Titik 2	23,60	10	10000
13.00-14.00	Titik 2	33,97	10	10000
14.00-15.00	Titik 2	33,97	10	10000
15.00-16.00	Titik 2	26,27	10	10000
Rata-rata		29,45	10	10000

Berdasarkan hasil analisis konsentrasi TSP pada Tabel 4.4, dapat dilihat bahwa konsentrasi rata-rata tertinggi TSP diperoleh pada Titik 1 dimana pengukuran dilakukan pada pagi hingga siang hari yaitu $43,37 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sedangkan Titik 2 diperoleh rata-rata sebesar $29,45 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Walaupun hasil pengukuran konsentrasi pada kedua titik tergolong tinggi namun masih di bawah batas baku mutu.

4.2.4 Konsentrasi Pb

Konsentrasi timbal (Pb) didapat dari kertas filter pengukuran TSP yang didestruksi menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) yang mengacu pada tentang Udara ambien – Bagian 4: Cara uji kadar timbal (Pb) dengan metode dekstruksi basah menggunakan spektrofotometer serapan atom. Pengujian konsentrasi logam Pb dilakukan dengan λ 283,3 nm secara duplo. Dari hasil pembacaan AAS, konsentrasi logam Pb dalam TSP dapat dilihat pada

lampiran 2. Perhitungan logam Pb dalam TSP terdapat pada lampiran 3. Hasil perhitungan konsentrasi logam Pb dalam TSP ditampilkan dalam tabel 4.5 berikut.

Tabel 4. 5 Konsentrasi Timbal (Pb)

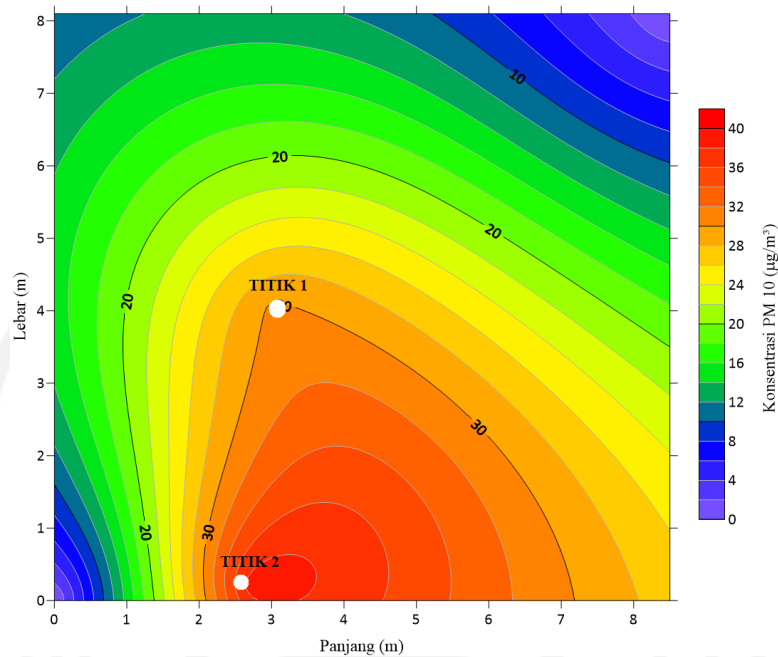
Waktu Pengukuran	Titik Sampel	Pb	Baku Mutu (PerMenaKer RI No 5 Tahun 2018 Tentang K3 Lingkungan Kerja)	
		($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	(mg/m^3)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Kamis, 31 Maret 2022	Titik 1	0,0030	0,1	100
Kamis, 31 Maret 2022	Titik 1	0,0031	0,1	100
Rata-rata		0,0031	0,1	100

Dari penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa konsentrasi Pb dalam TSP pada udara dalam ruang Bengkel Sabel Motor menghasilkan rata-rata nilai sebesar $0,0031 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nilai konsentrasi Pb yang dihasilkan terbilang masih aman dimana nilai tersebut jauh di bawah nilai baku mutu yang diterapkan.

4.3 Sebaran kadar parameter udara PM 10, PM 2,5 ,TSP dan Pb

4.3.1 Sebaran konsentrasi PM 10

Dari hasil analisis konsentrasi PM 10 pada Tabel 4.2 dilakukan pengolahan data menggunakan *Software Surfer 16*. Pemetaan dibuat berdasarkan konsentrasi PM 10 sebagai target yang dituju dengan bantuan titik koordinat x sebagai panjang ruangan dalam meter dan koordinat y sebagai lebar ruangan dalam meter. Nilai konsentrasi disetiap titik masuk ke dalam *spreadsheet* program *Surfer 16* dan selanjutnya dilakukan proses Grid – Plot hingga menghasilkan peta kontur sebaran konsentrasi PM 10 berikut.

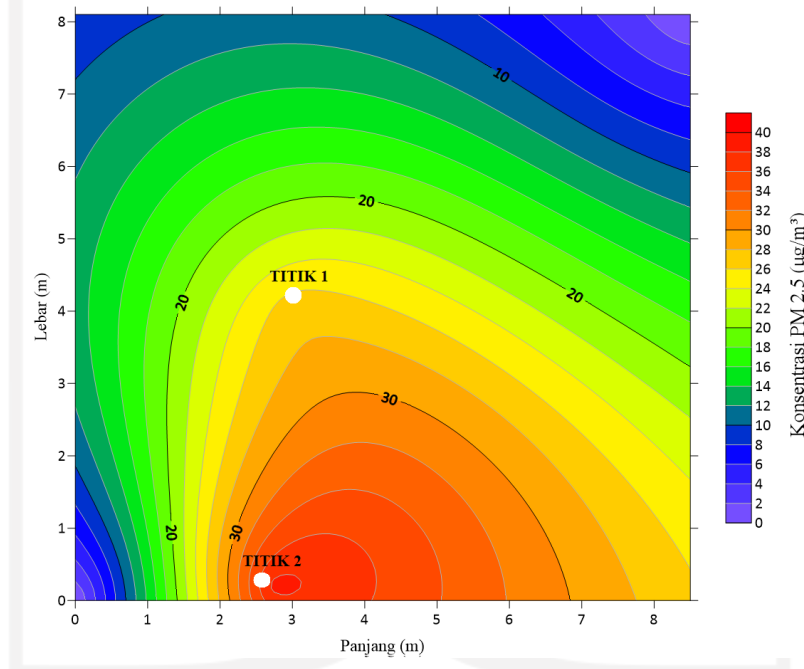


Gambar 4. 9 Peta Kontur Sebaran Konsentrasi PM 10

Berdasarkan gambar, titik 2 berada pada koordinat panjang 2,74 m dengan lebar 0,2 m merupakan titik dengan konsentrasi PM 10 tertinggi yang digambarkan dengan warna merah. Dalam *color scale* dinyatakan bahwa warna merah menghasilkan konsentrasi PM 10 sebesar 36 – 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Hal ini sesuai dengan analisis data pada Tabel 4.2 Konsentrasi PM 10, bahwa titik 2 merupakan titik dengan konsentrasi tertinggi dengan nilai 39,33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Sedangkan titik 1 pada gambar yang berada pada koordinat panjang 3m serta lebar 4,05m ada pada rentang warna orange. Warna orange dalam *color scale* menyatakan nilai konsentrasi sebesar 28 – 32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Rentang warna yang digambarkan sesuai dengan hasil analisis data pada Tabel 4.2 Konsentrasi PM 10 dimana titik 1 menghasilkan nilai konsentrasi yang lebih rendah dibandingkan titik 2 yaitu sebesar 30,31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

4.3.2 Sebaran konsentrasi PM 2.5

Berdasarkan Tabel 4.3 mengenai perhitungan analisis konsentrasi PM 2.5 dilanjutkan dengan olah data menggunakan *Software Surfer 16*. Pemetaan dibuat berdasarkan konsentrasi PM 2.5 sebagai target yang dituju dengan bantuan titik koordinat x sebagai panjang ruangan dalam meter dan koordinat y sebagai lebar ruangan dalam meter. Nilai konsentrasi disetiap titik masuk ke dalam spreadsheet program *Surfer 16* dan selanjutnya dilakukan proses Grid – Plot hingga menghasilkan peta kontur sebaran konsentrasi PM 2.5 berikut.



Gambar 4. 10 Peta Kontur Sebaran Konsentrasi PM 2.5

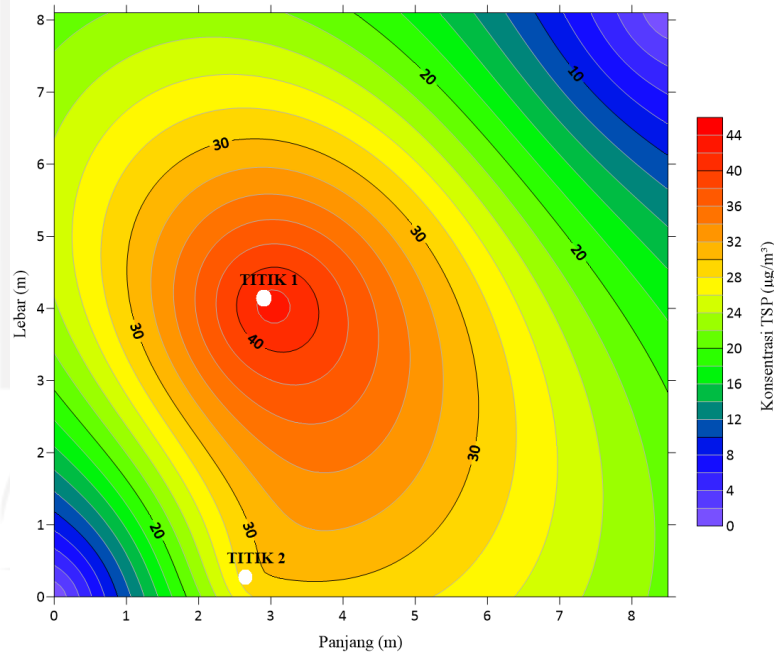
Dari gambar di atas, titik 2 merupakan titik dengan konsentrasi PM 2.5 tertinggi yang digambarkan dengan warna merah. *Color scale* dalam gambar menyatakan bahwa warna merah menghasilkan konsentrasi PM 2.5 sebesar 34 – 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Sesuai dengan analisis data pada Tabel 4.3 Konsentrasi PM 2.5, bahwa titik 2 merupakan titik dengan konsentrasi tertinggi dengan nilai 38,64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Titik 1 pada gambar yang berada pada koordinat panjang 3m serta lebar 4,05m ada pada rentang warna orange muda. Warna orange muda dalam *color scale* menyatakan nilai konsentrasi sebesar 26 – 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Rentang warna yang

digambarkan sesuai dengan hasil analisis data pada Tabel 4.3 Konsentrasi PM 2.5, dimana titik 1 menghasilkan nilai konsentrasi yang lebih rendah dibandingkan titik 2 yaitu sebesar 27,09 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

4.3.3 Sebaran konsentrasi TSP

Data nilai konsentrasi TSP pada Tabel 4.4 Konsentrasi TSP selanjutnya diolah menggunakan *Software Surfer 16* untuk menghasilkan pemetaan mengenai sebaran konsentrasi TSP. Pemetaan dibuat berdasarkan konsentrasi TSP sebagai koordinat titik z atau hasil dengan bantuan titik koordinat x sebagai panjang ruangan dalam meter dan koordinat y sebagai lebar ruangan dalam meter. Nilai konsentrasi disetiap titik masuk ke dalam spreadsheet program *Surfer 16* dan selanjutnya dilakukan proses Grid – Plot hingga menghasilkan peta kontur sebaran konsentrasi TSP berikut.



Gambar 4. 11 Peta Kontur Sebaran Konsentrasi TSP

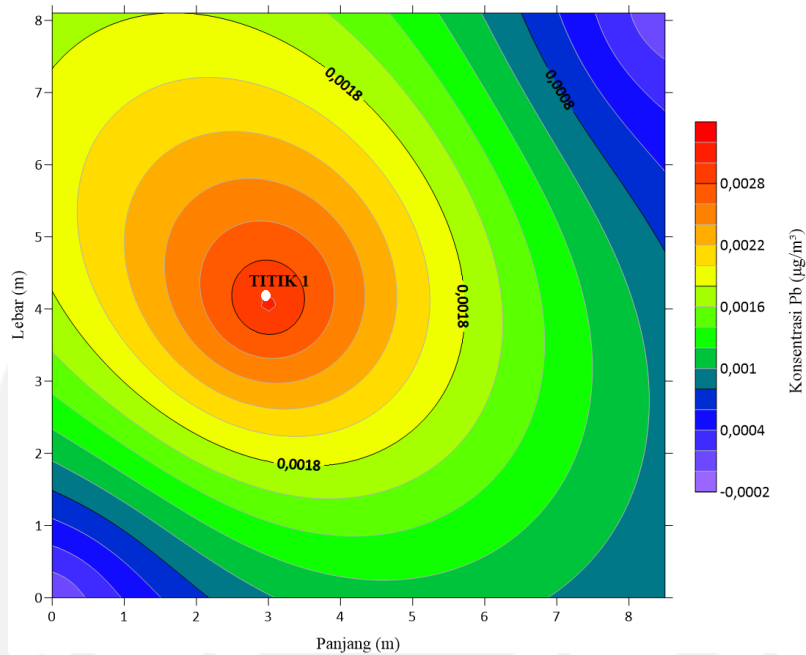
Berdasarkan gambar di atas, titik 1 berada pada koordinat panjang 3 m dengan lebar 4,05 m merupakan titik dengan konsentrasi TSP tertinggi yang digambarkan dengan warna merah. *Color scale* dalam gambar menyatakan bahwa

warna merah menghasilkan konsentrasi TSP sebesar 40 – 44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Sesuai dengan analisis data pada Tabel 4.4 Konsentrasi TSP, bahwa titik 1 merupakan titik dengan konsentrasi tertinggi dengan nilai 43,37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Titik 2 pada gambar yang berada pada koordinat panjang 2,74m serta lebar 0,2m ada pada rentang warna orange muda. Warna orange muda dalam *color scale* menyatakan nilai konsentrasi sebesar 28 – 32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Rentang warna yang digambarkan sesuai dengan hasil analisis data pada Tabel 4.4 Konsentrasi TSP, dimana titik 2 menghasilkan nilai konsentrasi yang lebih rendah dibandingkan titik 2 yaitu sebesar 29,45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

4.3.4 Sebaran konsentrasi Pb

Dari hasil analisis konsentrasi Pb pada Tabel 4.5 dilakukan pengolahan data menggunakan *Software Surfer 16* yang selanjutnya menghasilkan pemetaan mengenai sebaran konsentrasi Pb. Pemetaan dibuat berdasarkan konsentrasi Pb sebagai target yang dituju pada koordinat z dengan bantuan titik koordinat x sebagai panjang ruangan dalam meter dan koordinat y sebagai lebar ruangan dalam meter. Nilai konsentrasi disetiap titik masuk ke dalam spreadsheet program *Surfer 16* dan selanjutnya dilakukan proses Grid – Plot hingga menghasilkan peta kontur sebaran konsentrasi Pb berikut.



Gambar 4. 12 Peta Kontur Sebaran Konsentrasi Pb

Pengukuran Pb hanya dilakukan pada 1 titik selama 8 jam sehingga menghasilkan gambar seperti di atas. Titik 1 berada pada koordinat panjang 3 m dengan lebar 4,05m, digambarkan dengan warna merah. Dalam color scale dinyatakan bahwa warna merah menghasilkan konsentrasi Pb sebesar 0,0028 - lebih $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Hal ini sesuai dengan analisis data pada Tabel 4.5 dimana titik 1 menghasilkan nilai konsentrasi Pb sebesar $0,0031 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

4.4 Perbandingan parameter PM 10, PM 2.5, TSP dan Pb pada Bengkel Resmi dan Bengkel Non Resmi di Yogyakarta

Berdasarkan hasil penelitian di dua tempat yang berbeda yaitu UD. Utama Motor Sleman sebagai bengkel resmi dan Sabel Motor sebagai bengkel non resmi dengan lama waktu pengukuran yang sama yaitu selama 8 jam kerja. Pada penelitian Ernawati (2022) dihasilkan parameter PM 10 nilai rata-rata konsentrasi untuk bengkel resmi berkisar antara $28,82 - 64,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sedangkan pada penelitian yang dilakukan pada bengkel non resmi ini dihasilkan nilai rata-rata konsentrasi tertinggi untuk parameter PM 10 sebesar $39,33 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Selanjutnya jika dibandingkan dengan baku mutu maka parameter PM 10 pada dua lokasi

bengkel yang berbeda ini berada dibawah baku mutu yang diterapkan yaitu sebesar $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kemudian untuk parameter PM 2.5 pada bengkel resmi dihasilkan nilai rata-rata konsentrasi antara $19,41 - 41,92 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sedangkan untuk nilai rata-rata tertinggi konsentrasi PM 2.5 pada bengkel non resmi sebesar $38,64 \mu\text{g}/\text{m}^3$, kedua hasil konsentrasi didua bengkel tersebut berada di atas baku mutu yang diterapkan yaitu sebesar $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Parameter TSP pada bengkel resmi dihasilkan nilai rata-rata berkisar antara $29,98 - 48,24 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sedangkan nilai rata-rata konsentrasi tertinggi pada bengkel non resmi sebesar $43,37 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Maka jika kedua nilai dibandingkan dengan baku mutu yang diterapkan yaitu sebesar $10 \text{mg}/\text{m}^3$ atau $10000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ kedua nilai ini berada jauh dibawah baku mutu. Parameter Pb pada bengkel resmi dihasilkan nilai $3,8104 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sedangkan nilai pada bengkel non resmi sebesar $0,0031 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Jika dibandingkan dengan baku mutu sebesar $0,1 \text{mg}/\text{m}^3$ atau $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ maka kedua nilai tersebut berada dibawah baku mutu.

Disimpulkan bahwa perbandingan parameter PM 10, PM 2.5, TSP dan Pb pada kedua bengkel berada dalam kisaran nilai yang tidak jauh berbeda. Selain itu, nilai parameter PM 10, TSP dan Pb pada kedua bengkel berada dibawah baku mutu yang diterapkan. Sedangkan nilai konsentrasi parameter PM 2.5 pada kedua bengkel berada diatas baku mutu yang diterapkan.

4.5 Perbandingan Standar Lingkungan Kerja Bengkel Resmi dan Bengkel Non Resmi di Yogyakarta

Menurut penelitian Ernawati (2022) penerapan pengendalian pencemaran udara pada bengkel resmi tergolong cukup bagus dimana sudah terdapat penerapan standar kerja lingkungan bengkel seperti penggunaan APD (Alat Pelindung Diri), adanya blower sebagai alat yang digunakan untuk menghisap udara di dalam ruang untuk dibuang ke luar, dan kipas angin pada setiap bike lift hydraulic. Sedangkan pada bengkel non resmi penerapan standar lingkungan kerja masih sangat kurang. Hal ini ditunjukkan dengan tidak adanya penggunaan APD (Alat Pelindung Diri) yang sesuai pekerja masih menggunakan kaos dan celana pendek serta tidak menggunakan alat kaki tertutup. Selain itu pada area kerja tidak

terdapat blower yang digunakan untuk menghisap udara dari dalam ruangan untuk dibuang keluar.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Konsentrasi PM 10 yang ada di Bengkel Sabel Motor menghasilkan nilai rata-rata tertinggi yaitu $39,33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ yang terjadi pada Titik 2 pengukuran. Nilai konsentrasi PM terbilang masih dibawah baku mutu yang diterapkan yaitu sebesar $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kemudian konsentrasi PM 2.5 diperoleh pada titik 2 dengan nilai rata-rata konsentrasi tertinggi yaitu $38,64 \mu\text{g}/\text{m}^3$, nilai ini terbilang tinggi dan berada di atas baku mutu yang terapkan yaitu $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sementara konsentrasi TSP tertinggi terjadi di titik 1 dengan nilai rata-rata sebesar $43,37 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Untuk hasil konsentrasi Pb dalam TSP didapat nilai rata-rata sebesar $0,0031 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hasil konsentrasi parameter TSP dan Pb berada di bawah baku mutu yang diterapkan dimana nilai baku mutu TSP sebesar $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ atau $10000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sedangkan nilai bakumutu Pb sebesar $0,1 \text{ mg}/\text{m}^3$ atau $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
2. Pemetaan kontur sebaran konsentrasi parameter PM 10, PM 2.5, TSP dan Pb di Bengkel Sabel motor dibuat menggunakan *Software Surfer 16*. Berdasarkan peta sebaran tersebut, dapat diketahui bahwa konsentrasi PM 10 menghasilkan nilai tertinggi pada titik 2 yang digambarkan dengan warna merah dimana didalam color scale dinyatakan bahwa warna merah menghasilkan konsentrasi PM 10 sebesar $36 - 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kemudian konsentrasi PM 2.5 juga dihasilkan nilai tertinggi pada titik 2 yang digambarkan dengan warna merah. *Color scale* yang tertera pada gambar juga menyatakan bahwa warna merah menghasilkan konsentrasi PM 2.5 sebesar $34 - 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Konsentrasi TSP menghasilkan nilai tertinggi pada

titik 1 dimana pada gambar sebaran dinyatakan dalam warna merah. *Color scale* dalam gambar sebaran konsentrasi TSP menyatakan bahwa warna merah menghasilkan konsentrasi TSP sebesar 40 – 44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Pengukuran konsentrasi Pb yang digambarkan dalam peta sebaran dinyatakan bahwa warna merah menghasilkan konsentrasi Pb sebesar 0,0028 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hingga lebih. Seluruh peta sebaran yang dibuat telah sesuai dengan analisis perhitungan mengenai sebaran kadar parameter udara PM 10, PM 2,5, TSP dan Pb yang terjadi di Bengkel Sabel Motor.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diberikan saran sebagai berikut :

1. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat dilakukan validasi mengenai titik pengukuran atau dapat menggunakan penelitian ini sebagai bahan validasi serta acuan mengenai perhitungan konsentrasi udara dalam ruang di bengkel Sabel Motor atau bengkel non resmi serupa.
2. Untuk mengurangi risiko kesehatan yang diterima para pekerja, perlu diberlakukan penggunaan alat pelindung diri seperti masker, pakaian panjang, serta kacamata saat pengelasan.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Easawi, N. A. F., Mahmood, M. B., & Hassoon, H. A. (2017). **Determination of heavy metal concentrations in nails of car workshops workers in Baghdad.** *Journal of American Science*, 13(6), 1–8.
- Alias, M., Hamzah, Z., & Kenn, L. S. (2007). **Pm 10 and Total Suspended Particulates (Tsp) Measurements in Various Power Stations.** *The Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 11(1), 255–261.
- Ardillah, Y. (2016). **Risk Factors of Blood Lead Level.** *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, 7(3), 150–155. <https://doi.org/10.26553/jikm.2016.7.3.150-155>
- Astuti, S. K. (2010). **Analisis Pembebanan Pencemaran Udara Akibat Emisi Kendaraan Bermotor Pada Parkir Basement (Studi Kasus: Mall X).** 83.
- Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah Istimewa Yogyakarta.** (2017).
- Candrasari, C. R., & Mukono, J. (2013). **Hubungan kualitas udara dalam ruang dengan keluhan penghuni lembaga pemsayarakatan kelas iia kabupaten sidoarjo.** *Kesehatan Lingkungan*, 7(1), 21–25.
- Damri, D., Ilza, M., & Afandi, D. (2016). **Analisis Paparan Co Dan So2 Pada Petugas Parkir di Basement Mall Ska di Kota Pekanbaru.** *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 3(1), 47.
- Farikah, T., Maddusa, S. S., & Sumampouw, O. J. (2018). **Analisis Kadar Nitrogen Dioksida (No 2) Di Area Parkir Basement Jumbo Swalayan Kota Manado Tahun 2018.** 7(5).
- Gunaprawira, K. M., Sutandi, T., & Kunci, K. (2021). **Analisis Konsentrasi PM10 dan PM2 . 5 pada Moda Transportasi Kereta Api , Bus , Angkutan Kota , Mobil Baru , dan Mobil Lama.** 4–5.
- Haruna, H., Lahming, L., Amir, F., & Asrib, A. R. (2019). **Pencemaran Udara Akibat Gas Buang Kendaraan Bermotor Dan Dampaknya Terhadap Kesehatan.** *UNM Environmental Journals*, 2(2), 57.
- Mursinto, D., & Kusumawardani, D. (2016). **Estimasi Dampak Ekonomi Dari Pencemaran Udara Terhadap Kesehatan Di Indonesia.** *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 11(2), 163.

Nurjanah, Kresnowati, L., & Mufid, A. (2014). **Gangguan Fungsi Paru Dan Kadar Cotinine Pada Urin Karyawan Yang Terpapar Asap Rokok Orang Lain.** *KEMAS: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 10(1), 43–52.

Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara

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

Pujyanti, N. (2020). **Analisis Kadar SO₂, NO₂, CO, Debu (PM 10) Dan Keluhan Saluran Pernapasan Pekerja Kilang Batu Bata Desa Karang Anyar Tahun 2019.** *skripsi*. 2.

Septilia, F. (2020). **ANALISIS KADAR PB PADA UDARA AMBIEN DAN KELUHAN KESEHATAN KARYAWAN BENGKEL MOTOR DI KELURAHAN BABURA SUNGGAL KOTA MEDAN.** 1–89.

Soesanto, B., Huboyo, H. S., & Sutrisno, E. (2005). **ANALISIS KUALITAS NO₂ DALAM RUANG PADA PERPARKIRAN BASEMENT DAN UPPER GROUND (Studi Kasus : Mall X, Semarang).** 2, 1–6.

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

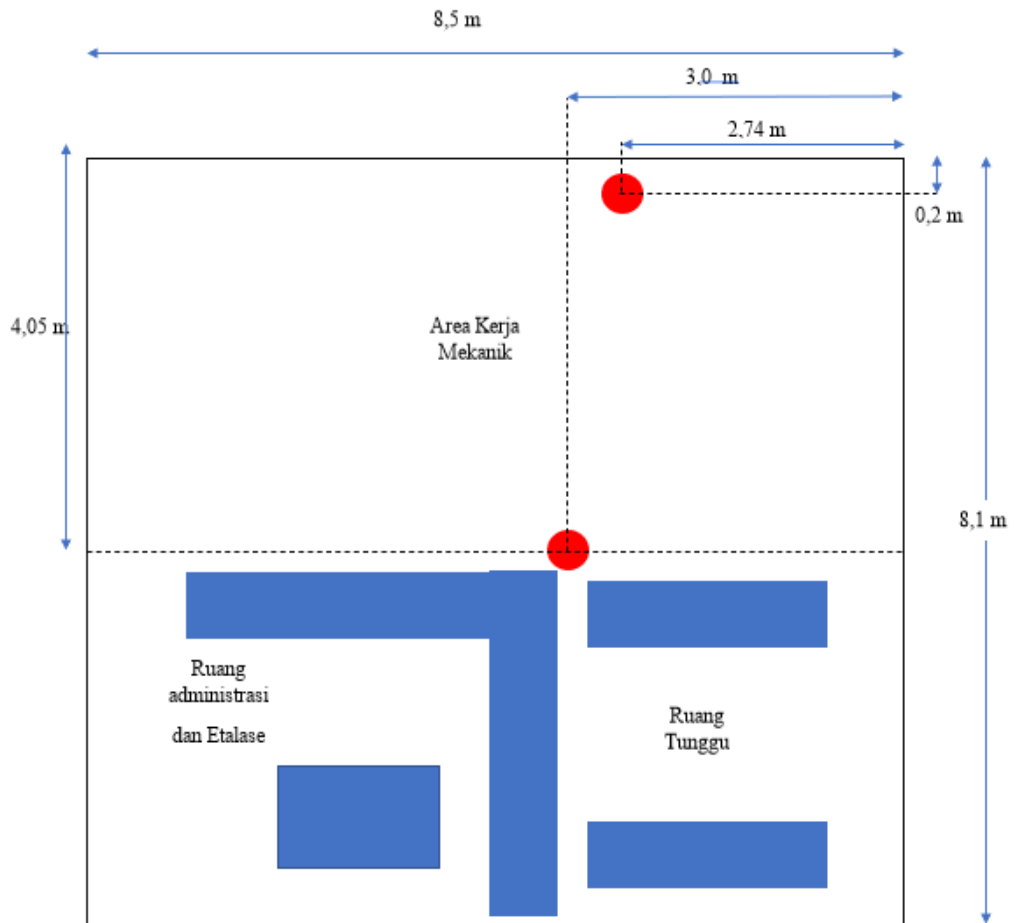
US EPA. (2009). **Health and Environmental Effect of Particulate Matter.** Diakses dari: <https://www.epa.gov/> [pada 2 Februari 2022]

Wulandari, D. D., & Putri, A. M. (2016). **Determination of Lead Level (Pb) in Garage Worker's Hair Using Atomic Absorption Spectroscopy (AAS).** 3–7.

Yulaekah, S. (2009). **PAPARAN DEBU TERHIRUP DAN GANGGUAN FUNGSI PARU PADA PEKERJA INDUSTRI BATU KAPUR (STUDI DI DESA MRISI KECAMATAN TANGGUNG HARJO KABUPATEN GROBOGAN).**

LAMPIRAN

Lampiran 1

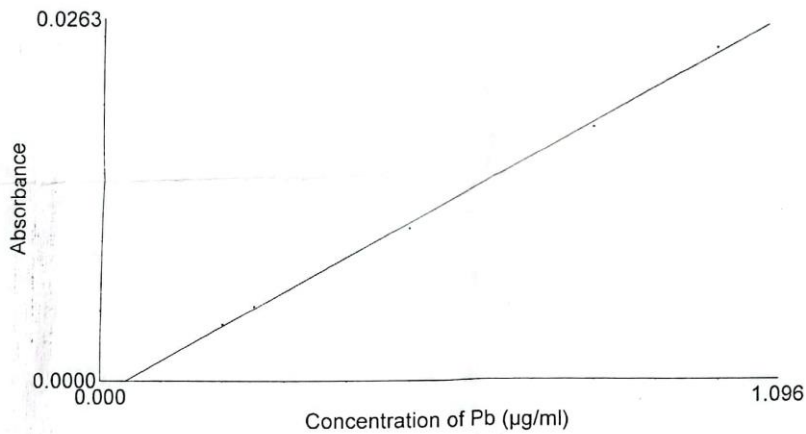


الجمهورية العربية السورية
الجامعة الإسلامية
الدرعية

Lampiran 2

Results File D:\GBC AAS\2022\Mhs\45. Pb.res
 Analysis
 Filename C:\Program Files\GBC Avanta Ver 2.02\Analysis1.anl
 Element Pb,
 Date Wed Apr 13 13:31:50 2022
 Full Calibration
 Calibration Mode Linear Least Squares Max Error : 0.0167 R² : 0.9982 R : 0.9991
 Conc = 0.0440 + 40.7051 * Abs

Sample Label	Conc. (µg/ml)	%RSD	Mean Abs.	Replicates
Table Blank	-----	-----	0.0000	
Standard 4	0.200	-----	0.0040	
Standard 5	0.250	-----	0.0053	
Standard 6	0.500	-----	0.0108	
Standard 7	0.800	-----	0.0182	
Standard 8	1.000	-----	0.0239	



Sample Label	Conc. (µg/ml)	%RSD	Mean Abs.	Replicates
Sample Blank	-----	HIGH	0.0001	0.0001 -0.0011 0.0011
Sampel_1	0.631	6.04	0.0144	0.0148 0.0150 0.0134
Sampel_2	0.634	5.58	0.0145	0.0154 0.0138 0.0144

Lampiran 3

Pehitungan Korelasi laju alir standar dan Volume udara yang diambil konsentrasi Timbal (Pb) di udara dalam ruang

a. Korelasi Laju alir standar

$$Q_s = Q_0 \times \left[\frac{T_s \times P_0}{T_0 \times P_s} \right]^{1/2}$$

$$Q_s = 10 \times \left[\frac{298 \text{ K} \times 760 \text{ mmHg}}{760 \text{ mmHg} \times 298 \text{ K}} \right]^{1/2}$$

$$Q_s = 10 \text{ m}^3/\text{menit}$$

b. Volumen udara yang diambil

$$V = Q_s \times T$$

$$V = 10 \text{ m}^3/\text{menit} \times ((8 \text{ jam} \times 60 \text{ menit}))$$

$$V = 10 \text{ m}^3/\text{menit} \times 480 \text{ menit}$$

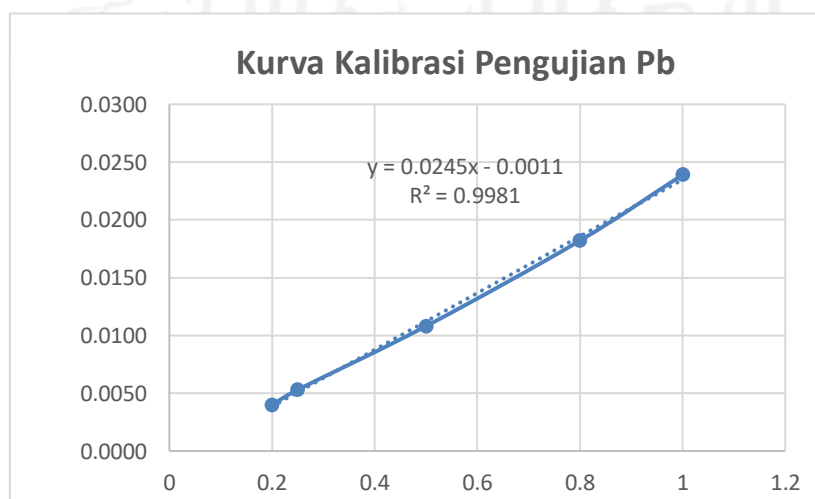
$$V = 4800 \text{ m}^3$$

Lampiran 4

A. Kurva Kalibrasi Standar				
Kode	C std (µg/ml)	Abs	Syarat	Kesimpulan
Std-1	0,2	0,0040		
Std-2	0,25	0,0053		
Std-3	0,5	0,0108		
Std-4	0,8	0,0182		
Std-5	1	0,0239		
rerata abs		0,0124		
Koef. Korelasi, R		0,9990	R≥0,995	Diterima
Slope		0,0245		
Intersep		-0,0011		
STEYX		0,0004		
DEVSQ		0,48		
LoD (µg)		0,0527		
LoQ (µg)		0,1756		
Intersep/Slope		-0,0429		
MDL Estimasi		0,0702	Intersep/Slope ≤ MDL Estimasi	Diterima

C. Hasil Pengujian

Kode	Abs	Fp	C (mg/L)
Sampel 1	0,0144	1	0,6299
Sampel 2	0,01450	1	0,6340
Blanko	0,00010	1	0,0470



Lampiran 5

Perhitungan konsentrasi Timbal (Pb) di udara dalam ruang

Ct (mg/L)	Cb (mg/L)	Vt (L)	S/St (mm ² /mm ²)	V (L)	CPb (mg/L)	CPb (µg/m ³)
0,6299	0,0470	25	1	4800	0,0030	0,0030
0,6340	0,0470	25	1	4800	0,0031	0,0031

Contoh perhitungan 1 :

$$C_{Pb} = \frac{(Ct - Cb) \times Vt \times \frac{S}{St}}{V}$$

$$C_{Pb} = \frac{(0,06299 \text{ mg/L} - 0,0470 \text{ mg/L}) \times 25 \text{ L} \times \frac{1}{1}}{4800 \text{ m}^3}$$

$$C_{Pb} = 0,0030 \text{ mg/L}$$

$$C_{Pb} = 3 \text{ mg/m}^3$$

$$C_{Pb} = 0,0030 \text{ µg/m}^3$$

CPb = kadar logam di udara (µg/m³)

Ct = kadar logam dalam larutan contoh uji yang di spike (µg/ml)

Cb = kadar logam dalam larutan blanko (µg/ml)

Vt = volume larutan contoh uji (ml)

S = luas contoh uji yang terpapar debu pada permukaan filter (mm²)

St = luas contoh uji yang digunakan (mm²)

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