TUGAS AKHIR

ANALISIS KUALITAS UDARA DALAM RUANG PARAMETER CO, CO_2, SO_2, DAN NO_2 DI *BASEMENT* RUMAH SAKIT PANTI RAPIH D.I. YOGYAKARTA

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Untuk Memenuhi Persyaratan

Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan



MUHAMMAD FIKRI AL HAJJ

19513257

PROGAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2024

ACC Semhas
4/1 2024

TUGAS AKHIR

ANALISIS KUALITAS UDARA DALAM RUANG PARAMETER CO, CO_2, SO_2, DAN NO_2 DI *BASEMENT* RUMAH SAKIT PANTI RAPIH D.I. YOGYAKARTA

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Untuk Memenuhi Persyaratan

Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan

MUHAMMAD FIKRI AL HAJJ

19513257

Disetujui,

Dosen Pembimbing,

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

NIK : 195130102

Tanggal :

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Lingkungan UII,

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

NIK : 045130401

Tanggal :

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS KUALITAS UDARA DALAM RUANG PARAMETER CO, CO_2, SO_2, DAN NO_2 DI *BASEMENT* RUMAH SAKIT PANTI RAPIH D.I. YOGYAKARTA

Telah diterima dan disahkan oleh tim penguji

Hari :

Tanggal :

Disusun Oleh :

MUHAMMAD FIKRI AL HAJJ

19513257

Tim Penguji :

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

Fina Binazir Maziya, S.T., M.T. ( )

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

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga tugas akhir ini berhasil diselesaikan. Penelitian ini dilaksanakan sejak tanggal 22 Agustus 2022, topik dari penelitian ini ialah Analisis Kualitas Udara Dalam Ruang Parameter CO, CO_2, SO_2, dan NO_2 di *Basement* Rumah Sakit Panti Rapih D.I. Yogyakarta.

Terima kasih penulis ucapkan kepada Ibu Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang selalu meluangkan waktunya dan tidak lelah banyak memberi saran. Terima kasih juga penulis ucapkan kepada Ibu Fina Bizari Maziya, S.T., M.T. sebagai dosen penguji 1, dan Bapak Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D. sebagai dosen penguji 2 yang telah turut banyak memberi saran dan masukan kepada penulis. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada kekasih, teman, serta seluruh keluarga, atas segala doa dan kasih sayangnya.

Semoga tugas akhir ini bermanfaat.

Yogyakarta, 02 Januari 2023

ABSTRAK

MUHAMMAD FIKRI AL HAJJ

Analisis Kualitas Udara Dalam Ruang Parameter CO, CO_2, SO_2, dan NO_2 di *Basement* Rumah Sakit Panti Rapih D.I. Yogyakarta

Dibimbing oleh NOVIANI IMA WANTOPUTRI, S.T., M.T.

Penelitian ini berfokus pada kadar konsentrasi gas parameter CO, CO_2, SO_2, dan NO_2 dari sumber *basement* di Rumah Sakit Panti Rapih, Kabupaten Sleman. Tujuan utama penelitian ini adalah menghitung nilai konsentrasi dalam ruang parameter CO, CO_2, SO_2, dan NO_2 di *basement* Rumah Sakit Panti Rapih, melakukan pemetaan sebaran konsentrasi CO, CO_2, SO_2, dan NO_2 menggunakan program pemetaan Surfer, serta mengidentifikasi pengaruh faktor meteorologi terhadap konsentrasi gas CO, CO_2, SO_2, dan NO_2 di *basement* tersebut. Penelitian ini berjenis kuantitatif dengan metode pengukuran secara *real time* menggunakan alat detektor gas CO dan CO_2 (Testo 315-3) dengan SNI 1719-10:2011, untuk gas SO_2 dan NO_2 menggunakan alat (Impinger) dengan SNI 1719-7:2017, total penelitian selama 2 pekan pada 3 hari kerja pada pagi, siang dan sore hari dengan total 3 titik penelitian. Hasil analisis konsentrasi CO, CO_2, SO_2, dan NO_2 di *basement* Rumah Sakit Panti Rumah diperoleh hasil data maksimum dari setiap konsentrasi. Untuk konsentrasi CO sebesar 2,8 ppm, konsentrasi CO_2 sebesar 608 ppm, konsentrasi SO_2 sebesar 10,47 $\mu g/m^3$, konsentrasi NO_2 sebesar 2,60 $\mu g/m^3$. Hasil data yang didapat telah ditetapkan oleh Peraturan Mentri Kesehatan (PERMENKES) Republik Indonesia No. 2 Tahun 2023 tentang standar baku mutu Kesehatan Lingkungan dalam ruang. Metode meteorologi yang mengukur hasil dari kecepatan angin, temperatur udara, kelembaban, dan tekanan udara. Hasil pemetaan Surfer menunjukkan bahwa titik 3 merupakan area dengan konsentrasi rata - rata serta konsentrasi maksimum yang tertinggi pada parameter CO, CO_2, SO_2, dan NO_2.

Kata Kunci: CO, CO_2, NO_2, Pemetaan Surfer, SO_2, Udara dalam ruang.

ABSTRACT

MUHAMMAD FIKRI AL HAJJ

Indoor Air Quality Analysis of CO, CO2, SO2, and NO2 Parameters in the Basement of Panti Rapih Hospital D.I. Yogyakarta

Supervised by NOVIANI IMA WANTOPUTRI, S.T., M.T.

This research focuses on gas concentration levels of CO, CO_2, SO_2, and NO_2 parameters from basement sources at Panti Rapih Hospital, Sleman Regency. The main objectives of this study are to calculate the indoor concentration values of CO, CO_2, SO_2, and NO_2 parameters in the basement of Panti Rapih Hospital, mapping the distribution of CO, CO_2, SO_2, and NO_2 concentrations using the Surfer mapping program, and identifying the influence of meteorological factors on the concentration of CO, CO_2, SO_2, and NO_2 gases in the basement. This research is quantitative type with real time measurement method using CO and CO_2 gas detector (Testo 315-3), for SO_2 and NO_2 gas using Impinger with total research for 2 weeks on 3 working days in the morning, afternoon and evening with a total of 3 research points. The results of the analysis of the concentration of CO, CO_2, SO_2, and NO_2 in the basement of Panti Rumah Hospital obtained the maximum data results of each concentration. For CO concentration of 2.8 ppm, CO_2 concentration of 608 ppm, SO_2 concentration of 3670.88 µg/m^3, NO_2 concentration of 264.15 µg/m^3. The results of the data obtained have been determined by the Minister of Health Regulation (PERMENKES) of the Republic of Indonesia No. 2 of 2023 concerning indoor Environmental Health quality standards. Meteorological methods that measure the results of wind speed, air temperature, humidity, and air pressure. Surfer mapping results show that point 3 is the area with the highest average and maximum concentrations of CO, CO_2, SO_2, and NO_2 parameters.

Keywords: CO, CO_2, Indoor air, NO_2, SO_2, Surfer Mapping.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN i
KATA PENGANTAR ii
ABSTRAK iii
ABSTRACT iv
DAFTAR ISI v
DAFTAR TABEL viii
DAFTAR GAMBAR ix
DAFTAR LAMPIRAN x
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.1 Rumusan Masalah 3
1.2 Tujuan Penelitian 3
1.3 Manfaat Penelitian 3
1.4 Ruang Lingkup 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.3 Karbon Monoksida (CO) 6
2.4 Emisi Gas Karbondioksida CO_2 7
2.5 Pengaruh Karbon Monoksida (CO) terhadap Kesehatan 7
2.6 Sulfur Dioksida (SO_2) 8
2.7 Dampak Sulfur (SO_2) Dioksida Terhadap Kesehatan 8
2.8 Nitrogen Dioksida (NO_2) 9
2.9 Dampak Nitrogen Dioksida (NO_2) Terhadap Kesehatan 10
2.10 Parameter Meteorologi 10
2.10.1 Kecepatan Angin 11
2.10.2 Suhu 11

2.10.3 Kelembapan 11
2.10.4 Tekanan 12
2.12 Baku Mutu Udara Dalam Ruang Parameter CO, CO_2, SO_2, dan NO_2 13
2.13 Penelitian Terdahulu 13
BAB III METODE PENELITIAN 17
3.1 Diagram Alir Penelitian 17
3.2 Waktu Dan Lokasi Pengambilan Sampel 18
3.3 Metode Pengambilan Sampel 19
3.4 Alat Pengambilan Sampel 20
3.5 Analisis Data 22
3.5.1 Pengolahan Data 22
3.5.2 Penyajian Data 22
3.5.3 Hubungan Konsentrasi Parameter Utama dengan Faktor Meteorologi 23
3.5.4 Pemetaan Sebaran Konsentrasi 23
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA 25
4.1 Gambaran Umum Penelitian 25
4.2 Hasil Analisis Konsentrasi Gas CO, CO_2, SO_2, dan NO_2 25
4.3 Analisis Konsentrasi Gas CO, CO_2, SO_2, dan NO_2 Dengan Faktor Meteorologi 26
4.4 Konsentrasi Gas CO (Karbon Monoksida) 26
4.4.1 Konsentrasi Gas CO_2 (Karbon Dioksida) 28
4.4.2 Sebaran Konsentrasi Gas CO dan Gas CO_2 30
4.5 Konsentrasi Gas SO_2 (Sulfur Dioksida) 32
4.5.1 Konsentasi Gas NO_2 (Nitrogen Dioksida) 33
4.5.2 Sebaran Konsentrasi Gas SO_2 dan Gas NO_2 35
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 37
5.1 Kesimpulan 37
5.2 Saran 37

DAFTAR PUSTAKA 38
LAMPIRAN 41

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Persyaratan kualitas udara dalam ruangan PERMENKES Republik Indonesia No. 2 Tahun 2023 13
Tabel 2. 2. Penelitian Terdahulu 14
Tabel 3. 1. Waktu Pengambilan Sampel CO, CO_2, SO_2, dan NO_2 18
Tabel 3. 2. Metode Pengambilan Sampel 19
Tabel 4. 1. Hasil Data Penelitian Meteorologi 26

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1. Diagram Alir Penelitian 17
Gambar 3. 2. Peta Titik Lokasi Pengambilan Sampel di *Basement* Rumah Sakit Panti Rapih 19
Gambar 3. 3. CO & CO_2 meter (*Testo* 315-3) 20
Gambar 3. 4. *Barometer* MHB-382SD 21
Gambar 3. 5. *Anemometer* 22
Gambar 3. 6. *Impinger* 22
Gambar 4. 1. Grafik Perbandingan Konsentrasi Setiap Titik 27
Gambar 4. 2. Grafik Rata-rata Harian Konsentrasi CO 28
Gambar 4. 3. Grafik Konsentrasi CO_2 29
Gambar 4. 4. Grafik Rata-rata Harian Konsentrasi CO_2 29
Gambar 4. 5. Peta Kontur Konsentrasi CO 31
Gambar 4. 6. Peta Kontur Konsentrasi CO_2 31
Gambar 4. 7. Kurva Kalibrasi Konsentrasi SO_2 32
Gambar 4. 8. Grafik Konsentrasi SO_2 Setiap Titik 33
Gambar 4. 9. Kurva Kalibrasi NO_2 34
Gambar 4. 10. Grafik Konsentrasi NO_2 Setiap Titik 34
Gambar 4. 11. Peta Kontur Konsentrasi SO_2 36
Gambar 4. 12. Peta Kontur Konsentrasi NO_2 36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Form Sampling Konsentrasi CO dan CO_2, Rabu, 30 Agustus 22 Juli 2023..... 42
Lampiran 2. Form Sampling Konsentrasi CO dan CO_2, Kamis, 31 Agustus 2023 42
Lampiran 3. Form Sampling Konsentrasi SO_2 dan NO_2, Selasa, 22 Agustus 2023 43
Lampiran 4. Perhitungan Konsentrasi SO_2 43
Lampiran 5. Perhitungan Konsentrasi NO_2..... 44
Lampiran 6. Dokumentasi Sampling Penelitian..... 44

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Rumah sakit Panti Rapih merupakan salah satu Rumah Sakit Swasta terbesar di Yogyakarta yang bertepatan di jalan Cik Di Tiro 30, dengan lokasi yang cukup strategis. Rumah sakit ini memiliki fasilitas-fasilitas yang memadai seperti pusat diagnostik, perawatan rumah, IGD, ambulans, Klinik eksekutif, dll. Rumah sakit Panti Rapih ini terdiri dari enam lantai gedung, yang dimanalantai satu, dua dan tiga adalah *basement*. Pada *basement* lantai satu bisa menampung 55 mobil dan 500 sepeda motor, sedangkan *basement* dua dan tiga bisa menampung 126 mobil. Kondisi ini menyebabkan adanya potensi pencemaran udara dari emisi kendaraan bermotor yang mengandung gas CO, CO_2, SO_2, dan NO_2.

Masalah polusi udara dalam ruang adalah ruang parkiran bawah tanah atau dengan kata lain *basement*. Karena di dalam ruangan tersebut banyak terdapat kendaraan roda dua dan rodaempat bahkan lebih. Sejumlah pencemar udara yang berasal dari gas buang kendaraan bermotor seperti gas SOx dan gas NOx, serta partikulat dapat menyebabkan iritasi dan radangpada saluran pernafasan. Gas buang kendaraan bermotor sebagai sumber polusi udara pada kota-kota besar juga mengalami peningkatan dimana kontribusinya telah mencapai 60-70% (Puspitawati, 2014). Tidak ada yang bisa menepis, betapa, emisi gas buang, berupa asap knalpot, adalah akibat terjadinya proses pembakaran yang tidak sempurna, dan mengandung timbal/timah hitam (Pb), suspended particulate matter (SPM), oksida nitrogen (NOx), oksida sulfur (SO2), hidrokarbon (HC), karbon monoksida (CO), dan oksida fotokimia (Ox)" (BPLHDKI Jakarta, 2013).

Gas CO dalam jumlah banyak dalam tubuh akan mengganggu suplai oksigen dalam tubuh. Keracunan gas CO sulit dideteksi karena gejalanya yang bersifat umum dan memiliki kemiripan dengan gejala flu biasa. Akan tetapi

paparan gas CO dosis tinggi dapat mempengaruhi kinerja otak, menyebabkan mual, bahkan hingga menyebabkan kematian (Mukono, 2011). Potensi kebisingan yang dihasilkan di *basement* rumah sakit Panti Rapih juga dapat memicu masalah Kesehatan terutama pada pendengaran.

Pengujian kualitas udara penting untuk dilakukan, karena akan berpengaruh terhadap makhluk hidup dan lingkungan sekitar. Efek yang ditimbulkan oleh pencemar udara jika melebihi Nilai Ambang Batas (NAB) dari baku mutu berdasarkan Peraturan Pemerintah atau Keputusan Gubernur DIY yaitu efek terhadap kesehatan manusia dan lingkungannya. Gas SO_2dan NO_2 memberikan efek negatif pada sistem pernapasan dan fungsi paru-paru. Peradangan yang disebabkan oleh 2 gas SO_2 dan NO_2 akan mengakibatkan batuk, sekresi lendir yang berlebihan, peningkatan gejala asma dan bronkitis kronis serta membuat manusia lebih mudahmendapatkan infeksi pada saluran pernapasan (WHO, 2005).

Oleh sebab itu, peneliti mengujikan bagaimana kualitas udara dalam ruang CO, CO_2,SO_2, dan NO_2 di *basement* rumah sakit Panti Rapih D.I. Yogyakarat dan nilai konsentrasi CO, CO_2, SO_2, dan NO_2 dengan baku mutu/SNI yang berlaku sebagai informasi kepada masyarakat umum danbahan kajian terkait kondisi hasil pemantauan yang dilakukan.

Pajanan SO_2 dengan dosis tinggi menyebabkan iritasi mata, hidung, tenggorokan, sinus, edema paru, bahkan berujung pada kematian (MSDS, 2016). Gas SO_2 dapat menyebabkan iritasi pada selaput lendir saluran pernapasan dan iritasi mata apabila terpapar dengan konsentrasi tinggi secara terus menerus (Mukono, 2011). Penelitian Wahyuddin (2016) , menyatakan bahwa paparan gas SO_2 pada masyarakat disekitar perusahaan pembangkit listrik memiliki risiko tinggi terapapar gas SO_2 yang menyebabkan gangguan paru, apalagi paparan tersebut secara terus-menerus dan ditandai dengan keluhan pernafasan berupa batuk kering, batuk berdahak dan sesak nafas. Selain itu gas iritan lain seperti gas NO_2 dapat menyebabkan efek kombinasi apabila terpapar pada saat bersamaan.

1.1 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini :

1) Bagaimana kualitas udara dalam ruang dilihat dari parameter CO, CO_2, SO_2, dan NO_2 di *basement* Rumah Sakit Panti Rapih?
2) Bagaimana sebaran konsentrasi kualitas udara dalam ruang dilihat dari parameter CO, CO_2, SO_2, dan NO_2 di *basement* Rumah Sakit Panti Rapih?

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini :

1) Mengetahui nilai kosentrasi CO, CO_2, SO_2, dan NO_2 di*basement* Rumah Sakit Panti Rapih
2) Melakukan pemetaan kualitas udara dalam ruang parameter CO, CO_2, SO_2, dan NO_2 di *basement* Rumah Sakit Panti Rapih

1.3 Manfaat Penelitian

1) Mengetahui dampak pecemaran apa saja pada kualitas udara dalam ruang parameter CO, CO_2, SO_2, dan NO_2 di *basement* rumah sakit Panti Rapih D.I. Yogyakarta.
2) Memberikan informasi terkait nilai kualitas udara dalam ruang parameter CO, CO_2, SO_2, dan NO_2 di *basement* rumah sakit Panti Rapih D.I. Yogyakarta.
3) Mengetahui terkait nilai konsentrasi dengan baku mutu/SNI yang berlaku.

1.4 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini.

1) Lokasi penelitian ini di *basement* rumah sakit Panti Rapih D.I. Yogyakatra.
2) Titik pengambilan sampel parameter CO, CO_2, SO_2, dan NO_2 di pintu masuk, pintu lobby dan pintu keluar *basement* rumah sakit Panti Rapih.

3) Waktu pengambilan sampel CO, CO_2, SO_2, dan NO_2 dilaksanakan selama 2 minggu yaitu pada Agustus 2023 sebanyak 3 hari kerja dengan pengambilan sampel pada jam-jam padat pagi, siang dan sore dengan teknis pelaksanaan pemantauan dan pengambilan sampel CO, CO_2, SO_2, dan NO_2, dilakukan masing-masing 1 jam, dengan 3 titik sampling masing-masing parameter. Untuk CO dan CO_2 Pengambilan Sampel dilakukan 2 hari kerja, pada tanggal 30-31 Agustus 2023, sedangkan SO_2 dan NO_2 pengambilan sampel dilakukan 1 hari kerja, pada tanggal 22 Agustus 2023.
4) Metode pengambilan data CO dan CO_2 menggunakan metode sensor dengan alat Testo 315-3, sedangkan SO dan SO_2 menggunakan metode Spektrofotometri, dengan alat Spektrofotometer UV-Vis, untuk pengujian sampel di laboratorium UII.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kualitas Udara Dalam Ruang

Pengertian udara dalam ruang atau *indoor air quality* adalah udara yang berada di dalam suatu ruang gedung yang ditempati oleh sekelompok orang yang memiliki tingkat kesehatan yang berbeda-beda selama minimal satu jam. Ruang Gedung yang dimaksud dalam pengertianini meliputi rumah, sekolah, restran, Gedung untuk umum, hotel, rumah sakit dan perkantoran (Australia Government, 2004).

Kualitas udara dalam ruang bawah tanah (*basement)* merujuk pada tingkat kebersihan dan kesegaran udara yang ada di area tersebut. Kualitas udara yang baik di ruang bawah tanah penting karena cenderung memiliki sirkulasi udara yang terbatas dan rentan terhadap masalah seperti kelembaban tinggi, kekurangan ventilasi, bau yang tidak sedap, dan kontaminasi udara.

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 2 Tahun 2023, kualitas udara dalam ruangan berkaitan erat dengan kesehatan atau kenyamanan penghuni ruangan. Baik dan buruknya kualitas udara dalam ruangan juga berkaitan erat dengan bangunanitu sendiri baik berupa pelengkap bangunan, kelembaban, kurangnya pertukaran udara, pemakaian bahan bakar kendaraan yang tidak ramah lingkungan, hingga perilaku buruk manusia ketika berada dalam ruangan seperti merokok. Maka dari itu, perlu adanya pemantauan terhadap kualitas udara di dalam ruangan sesuai pedoman atau regulasi yang berlaku.

2.2 Pencemaran Udara Dalam Ruang

Pencemaran udara dalam ruangan biasanya istilah yang umum digunakan untuk kondisi zat pencemar di udara yang terdapat pada lingkungan gedung non-industri seperti kantor, bengkel, pusat perbelanjaan, dan sebagainya. Pencemaran udara dalam ruangan dapat menurunkan kualitas udara yang

terdapat dalam ruangan. Maka hal ini sangat penting untuk menentukan keterpajanan tubuh seseorang terhadap zat pencemar yang bersifat toksik.

Di kota besar, isu terkait pencemaran udara dalam ruangan menjadi sorotan publik sebab sebagian besar masyarakat lebih banyak melakukan kegiatannya di dalam ruangan khususnya dalam ruangan kerja (Rizkyana, 2017). Banyaknya aktivitas di dalam ruangan dapat meningkatkan jumlah polutan di dalam ruangan itu sendiri. Akan tetapi pada dasarnya, pencemaran udara dalam ruangan dipengaruhi oleh sumber polutan yang berasal dari udara yang ada pada ruangan itu sendiri maupun udara luar masuk ke ruangan melalui ventilasi udara.

2.3 Karbon Monoksida (CO)

Gas karbon monoksida (CO) merupakan salah satu polutan yang sangat berbahaya dari kendaraan bermotor dan dapat mengganggu kesehatan manusia. Umumnya kendaraan berbakar bensin menghasilkan gas CO. Kendaraan bermotor menjadi sumber penghasil utamagas CO terutama pada kendaraan yang sudah tua, hal ini dikarenakan mesin kendaraan kurang berfungsi secara baik (Basuki, 2008).

Gas karbon monoksida juga merupakan gas yang mudah terikat. CO juga diketahui dapat mempengaruhi kerja jantung, sistem syaraf pusat dan mempengaruhi saluran pernafasan serta menimbulakan kejang berlanjut yang dapat menyebabkan kekurangan oksigen yang dapat berujung pada kematian. Data dari WHO pada tahun 2004 melakukan penelitian dan menyatakan bahwa kontribusi pencemaran CO dari industri dan kendaraan bermotor (transportasi) sebesar 98%. Aktivitas transportasi yang padat menyebabkan semakin tingginya polutan CO di atmosfer. Salah satu kawasan dengan aktivitas transportasi aktif yaitu di Kabupaten Sleman, Yogyakarta. Berdasarkan data BPS Sleman tahun 2018, jumlah transportasi yang ada di Kabupaten Sleman mencapai 929.739 kendaraan bermotor.

2.4 Emisi Gas Karbon dioksida (CO_2)

Gas CO_2 dihasilkan secara alami melalui proses dekomposisi bahan organik secara aerobik (Setyanto, 2008). Peningkatan konsentrasi CO_2 dapat memicu kenaikan suhu secara global. Konsentrasi CO_2 terus meningkat saat ini konsentrasinya mencapai 356-375 ppm. Ketidakseimbangan antara besarnya sumber emisi (*source*) dengan daya sorotnya (*sink*) menyebabkan terjadinya peningkatan pada konsentrasi CO_2.

Gas CO_2 merupakan salah satu kontributor emisi yang paling signifikan pada GRK regional dan global serta perubahan iklim atau sebanyak 60% dari pemanasan global atau efekrumahkaca total (Rastogi et al., 2002). Ekosistem pertanian berperan penting dalam penyimpanan dan pelepasan karbon (Kurniadiningsih, 2012). Siklus karbon dalam sistem ini sensitif terhadap praktik manajemen seperti persiapan lahan dan pemupukan N (Kuswandora, 2012). Fluks CO_2 dari tanah pertanian adalah hasil dari interaksi kompleks antara iklim dan biologi tanah, kimia dan sifat fisik (Suwandi et al., 2016).

Konsentrasi CO_2 (karbon dioksida) dalam sebuah ruangan, konsentrasi CO_2 yang tinggi dapat menunjukkan bahwa ruangan tersebut memiliki kurangnya sirkulasi udara segar. Konsentrasi CO_2 yang tinggi dalam ruangan dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti kehadiran banyak orang, kurangnya ventilasi, atau kegiatan yang menghasilkan CO_2, seperti pembakaran bahan bakar fosil atau pernapasan manusia. Konsentrasi CO_2 yang tinggi dalam ruangan dapat berdampak negatif pada kesehatan dan kenyamanan manusia. Hal ini dapat menyebabkan gejala seperti sakit kepala, kelelahan, sesak napas, dan penurunan produktivitas. Oleh karena itu, penting untuk menjaga kualitas udara dalam ruangan dengan memperhatikan ventilasi yang memadai.

2.5 Pengaruh Karbon Monoksida (CO) Terhadap Kesehatan

Gas CO dilepaskan akibat adanya aktivitas pembakaran. Sumber gas CO di udara adalah mobil, truk dan kendaraan lainnya atau mesin yang membkar bahan bakar fosil. Tidak hanya itu, beberapa barang yang ada di rumah seperti

pemanas ruangan dengan minyak tanah,cerobong asap, dan tungku yang bocor serta kompos gas merupakan benda-benda yang dapat melepaskan gas CO di dalam ruangan.

Kadar CO udara akan cenderung tinggi di ruang tertutup yang tidak memiliki ventilasi yangbaik, karena kurangnya pertukaran udara. Ventilasi yang kurang optimal akan meningkatkan kadar CO udara dalam ruangan yang berisiko meningkatkan Paparan karbon monoksida (CO)dapat menyebabkan karboksihemoglobin (COHb) pada darah. Paparan karbon monoksida juga dapat menimbulkan beberapa gejala Kesehatan. Beberapa gejala yang disebabkan oleh paparangas CO yaitu, sakit kepala, pusing, sesak nafas, mata berair, tekanan darah tinggi.

2.6 Sulfur Dioksida (SO_2)

Menurut Krzyzanowski (2012), sulfur dioksida (SO_2) adalah gas yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil pada pembangkit listrik, fasilitas industri, serta pembakaran bahan bakar pada sumber bergerak seperti lokomotif, kapal, kendaraan, peralatan lainnya serta pembakaran rumah tangga. Emisi dari kegiatan industri, dan interaksinya dengan meteorologidan topografi, mengakibatkan variasi dispersi atmosfer yang dapat meningkatkan konsentrasi pencemaran udara.

Sektor tranportasi 85% pencemaran gas buang SO_2 dari kendaraan bermotor yang semakin tinggi adanya pembakaran mesin kendaraan bermotor, terutama pembakaran yang tidak sempurna karena kurangnya perhatian terhadap perawatan mesin (Ismayanti, et al., 2014). Emisi SO2 udara dapat mempengaruhi atmosfer bagian troposfer, SO_2 dianggap sebagai polutan utama dalam kasus yang dianalisis ini, aerosol sulfur yang dominan terbentuk di area ini dominan disebabkan oleh emisi SO2 (Surratt dkk., 2007).

2.7 Dampak Sulfur (SO_2) Dioksida Terhadap Kesehatan

Pada tingkat konsentrasi tertentu zat-zat pencemar udara dapat berakibat langsung terhadap kesehatan manusia, baik secara mendadak atau akut,

menahun atau kronis/sub-klinis dan dengan gejala-gejala yang samar. Dimulai dari iritasi saluran pernafasan, iritasi mata, dan alergi kulit sampai pada timbulnya kanker paru-paru. Gangguan kesehatan yang disebabkan oleh pencemaran udara dengan sendirinya mempengaruhi daya kerja seseorang, yang berakibat turunnya nilai produktivitas serta mengakibatkan kerugian ekonomis pada jangka panjang dantimbulnya permasalahan sosial ekonomi keluarga dan masyarakat Budiyono (2001).

Menurut EPA (Environmental Protection Agency), paparan jangka pendek ke tingkat tinggi pada manusia SO_2 dapat menyebabkan efek yang membahayakan pada fungsi pernapasan, khususnya bagi mereka yang menderita asma. Paparan jangka panjang dari SO_2 hasil pembakaran dapat mengganggu fungsi paru-paru, penyakit pernapasan, dan apabila kadarSO_2 5 ppm atau lebih, dapat menyebabkan iritasi tenggorokan. Bahkan pada konsentrasi SO_2 sebesar 1-2 ppm sudah dapat menyebabkan iritasi pada beberapa individu (Jacobson, 2002).

2.8 Nitrogen Dioksida (NO_2)

Nitrogen dioksida (NO_2) merupakan salah satu polutan yang diemisikan dari beberapa sumber tertentu seperti pada sektor transportasi maupun sektor industri. NO_2 pada udara ambien dapat mempengaruhi kualitas udara, karena NO_2 memiliki sifat beracun. Sifat yang dimiliki gas NO_2 antara lain berwarna coklat kemerahan., dan memiliki bau yang sangat tajam (Slamet, 2009; Mukono, 2011).

NO_2 adalah sumber pembakaran suhu tinggi pada kendaraan bermotor baik menggunakan bahan bakar bensin ataupun solar.Emisi nitrogen oksida dari pembakaran mayoritas (85-97%) dalam bentuk NO, didalam atmosfer NO cepat teroksidasi oleh ozon untuk membentuk NO_2. Emisi NO_2 dari kendaraan bermotor kurang dari 10% pada 1990-an dan meningkat menjadi 20% pada 2009. Peningkatan emisi NO_2 primer karena penggunaan katalis dalam kendaraan bermotor.Peningkatan fraksi NO_2 primer disebabkan oleh penggunaan katalis pada mesin diesel modern.

Pencemaran udara di perkotaan cenderung meningkat termasuk konsentrasi NO_2 yang lebihtinggi dibandingkan dengan daerah pegunungan. Emisi NO_2 dipengaruhi oleh kepadatan penduduk karena sumber utama NO_2 yang diproduksi manusia adalah dari pembakaran terutama kendaraan bermotor, produksi energi dan pembuangan sampah. Sebagian besar emisi NO_2 sebagai akibat dari kegiatan manusia dengan berbagai kepentingannya berasal dari pembakaran arang, minyak, gas alam dan bensin (Sunu, 2001).

2.9 Dampak Nitrogen Dioksida (NO_2) Terhadap Kesehatan

Paru-paru merupakan organ yang paling peka terhadap pencemaran gas ini. Dalam konsentrasi tinggi NO_2 dapat membahayakan, umumnya dalam jangka waktu berada di tempat yang tidak terlindung hanya menyebabkan batuk-batuk, kelelahan, dan mual-mual ringan. NO_2 merupakan uap yang iritan yang menyerang selaput lendir pernafasan bagian atas. Iritasi selaput lendir menimbulkan sakit pada kelopak mata (cunjunctiva).

Efek lokal gas ini adalah iritasi pada mata, dan iritasi pada membran mukosa saluran pernapasan atas. Efek sistemik terjadi pada paru. Iritasi pada paru yang hebat menyebabkan pulmonary edema. Kerusakan pada bronchioles yang terjadi secara perlahan menyebabkanobstrusi pada saluran napas atas (Sarudji, 2010).

2.10 Parameter Meteorologi

Parameter meteorologi atau disebut juga parameter cuaca adalah parameter-parameter yang memiliki pengaruh terhadap perubahan cuaca. Parameter meteorologi antara lain; Suhu, Tekanan Udara, Kelembapan Udara, Angin, Curah Hujan, Penyinaran Matahari, Visibility, dan Awan (Ferian, Nawanto dan Khoirol, 2020). Dengan adanya suhu, kelembaban pun meningkat, sehingga polutan terlarut dalam uap air di udara dan konsentrasinya pun menjadi lebih kecil. Kecepatan udara bergerak horizontal pada ketinggian tertentu.

Perbedaan tekanan udara antara asal dan tujuan udara merupakan faktor yang menentukan kecepatan udara. Kecepatan udara ditunjukkan oleh kecuraman beda tekanan. Jika beda tekanan besar maka udara menjadi kencang. Sebaliknya, jika beda tekanan kecil maka angin juga melemah (Yoga,2020). Tekanan udara itu sendiri adalah tekanan yang ada pada suatu lokasi yang disebabkan oleh berat dari udara yang ditarik oleh gravitasi ke permukaan bumi. Artinya, semakin banyak udara yang ada di suatu wilayah, maka semakin tinggi pula tekanan atmosfer.

2.10.1 Kecepatan Angin

Berdasarkan penelitian Noviani (2013), kecepatan angin berbanding terbalik dengan konsentrasi polutan (CO, NO_2, dan SO_2) artinya dengan meningkatnya kecepatan angin, konsentrasi polutan semakin rendah karena konsentrasi polutan (CO, NO_2 dan SO_2) akan menyebar ke segala arah. Hal ini berarti semakin besar kecepatan angin yang berhembus maka konsentrasi pencemar (CO, NO_2, dan SO_2) akan semakin kecil, karena konsentrasi pencemar (CO, NO_2, dan SO_2) menyebar ke segala arah.

2.10.2 Suhu

Suhu merupaka besaran fisika yang menyatakan derajat panas suatu zat. Suhu dapat mempengaruhi konsentrasi polutan di udara dikarenakan suhu udara yang tinggi menyebabkan naiknya massa udara secara vertikal, hal ini menyebabkan ikut naiknya gas-gas yang ada di permukaan berkurang, dan dapat dikatakan semakin tinggi suhu udara menyebabkan konsentrasi gas-gas di permukaan menurun (Irianto, 2015).

2.10.3 Kelembaban

Kelembaban udara yang tinggi akan mengakibatkan kadar uap bereaksi dengan pencemar udara, sehingga menjadi zat lain yang tidak berbahaya ataupun menjadi zat pencemar sekunder (Faudzi, 2012).

2.10.4 Tekanan

Tekanan udara adalah berat atmosfir atau udara diatasnya per satuan luas atau berat sekolom udara sampai pada batas atas atmosfir pada tiap satuan penampang. Oleh karena molekul - molekul dan atom - atom dari gas-gas tersebut bergerak kesegala arah, dengan demikian dapat dikatakan bahwa tekanan udara mengarah pula kesegala arah, atau dengan kata lain bahwa udara menimbulkan tekanan udara kesegala arah. Tekanan udara terbesar adalah tekanan pada permukaan bumi, yang diakibatkan oleh berat atmosfir diatasnya. Makin tinggi suatu tempat dari permukaan bumi, tekanan udaranya makin kecil, karena jumlah molekul dan atom yang ada diatasnya berkurang. Dengan demikian dapat kita katakan, bahwa tekanan udara akan menurun pada daerah yang lebih tinggi (Zendrako, 2010) .

2.11 *Software Surfer* 13

Surfer merupakan program aplikasi pemetaan yang umum digunakan untuk membuat kontur dan peta 3 (tiga) dimensi yang berbasis grid (*Gird-based countouring and 3D surface plotting graphics program*). Program ini berjalan pada sistem operasi Windows. Cara kerja Sofwater Surfer sendiri adalah menginterpolasikan data XYZ yang tidak beraturan menjadi bentuk grid yang teratur dan meletakkan hasil proses grid ke dalam file GRD. Selanjutnya filetersebut akan digunakan untuk membuat peta kontur atau peta permukaan 3D (Hikmah, 2022).

Surfer 13 adalah program grafis berbasis grid, program ini menyisipkan data ruang XYZ menjadi data ruang grid. Data grid juga dapat diimpor dari sumber lainnya, seperti data yang berasal dari United States Geological Survey (USGS). Grid kemudian digunakan untuk menghasilkan berbagai jenis peta, yaitu peta kontur, vektor, gambar rangka, foto, gambar timbul berbayang, dan peta permukaan.

Software surfer 13 digunakan dalam pembuatan peta sebaran konsentrasi gas SO_2 dan NO_2. Data yang diolah oleh software surfer yaitu koordinat titik sampel (lintang selatan dan bujur timur) serta konsentrasi gas SO_2 dan NO_2.

2.12 Baku Mutu Udara Dalam Ruang Parameter CO, CO_2, SO_2 dan NO_2

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI tentang Pedoman Penyehatan Udara dalam Ruang Rumah menjelaskan terkait salah satu baku mutu kualitas kimiawi udara dalam ruangan dalam yang mengindikasikan kondisi kimiawi udara dalam ruangan seperti Sulfur Dioksida (SO_2), Nitrogen Dioksida (NO_2), Karbon Dioksida (CO_2) dan Karbon Monoksida (CO). Nilai baku mutu udara dalam ruangan untuk parameter CO_2 dan CO dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia dapat dilihat Tabel 2.1

Tabel 2. 1. Persyaratan kualtias udara dalam rungan PERMENKES Republik Indonesia No.2 Tahun 2023

NO	Parameter	Satuan	Keterangan	Kadar Makasimal Dipersyaratkan	Peralatan
1.	Sulfur Dioksida (SO_2)	$\mu g/m^3$	1 jam	500	Spektrofometer
2.	Karbon Monoksida (CO)	Ppm	8 jam	9,00	Testo 315-3
3.	Nitrogen Dioksida (NO_2)	$\mu g/m^3$	1 jam	200	Spektrofotometer
4.	Karbon Dioksida (CO_2)	Ppm	8 jam	1000	Testo 315-3

2.13 Penelitian Terdahulu

Salah satu acuan peneliti dalam melaksanakan penelitian adalah dengan melakukan kajian referensi dari penelitian sebelumnya. Dari beberapa referensi tersebut, ditemukan penelitian dengan judul yang sama dan merujuk seperti penelitian yang sudah direncanakan. Tetapi terdapat beberapa perbedaan pada referensi yang digunakan seperti metode titik sampling ataupun cara analisis data. Hasil referensi penelitian sebelumnya ditunjukkan pada Tabel 2.2

Tabel 2. 2. Penelitian Terdahulu

Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
Haryono S Hoboyo, EndroSutrisno	Kualitas Udara Dalam Ruang Di Daerah Parkir Basement Dan Parkir Upperground CO dan NO_2 (Studi Kasus Di SupermarketSemarang)	Rendahnyakonsentrasi NO_2, CO dibanding konsentrasiTSP terhadap baku mutumasing masing mengindikasikan bahwasumber polutan utama adalah resuspended dust (debuterbang) dari lalu lalang kendaraan dan bukan emisi kendaraan secara langsung.Untuk itu mekanisme pembersihan lantai parkir perlu diintensifkan untukmeminimalkan debu terbang. Secara umum, para pegawai yang beraktivias di tempat parkir adalah petugas tiket karcis, pegawai kebersihan dan petugas pengatur parkir. Paparan ke ketiga jenis pekerja itu perludiminimalkan dengan rotasi dan shift pekerjaan yang lebih intens. Disamping itu, rekayasa ventilasi alami untuk memaksimalkan pertukaran udara ataupun penghilangan polutan di parkir basement.
MARIA SIAGIAN (2019).	Analisa Kadar SO_2 dan NO_2 di udara dalam ruang menggunakan metode Griess saltzman secara spektrofotometri	Berdasarkan hasil analisa di udara ambien dengan menggunakan metode Griess Saltzman adalah terdapat gas NO_2 dimana kadar NO_2 yang diperoleh adalah 1,81 μg/Nm^3. Besaran parameter uji tersebut masih memenuhi baku mutu Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara dan dinyatakan aman untuk

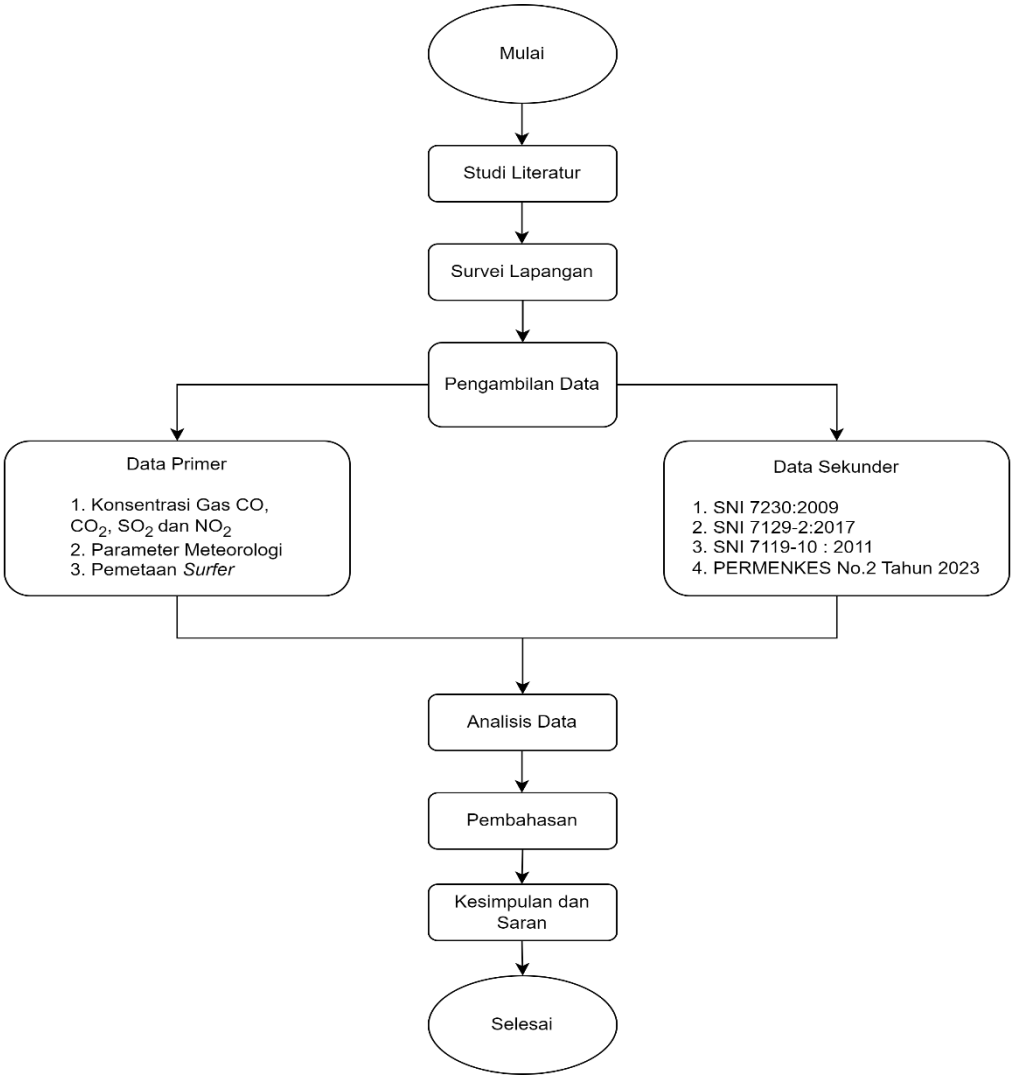
Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
		kesehatan manusia dan lingkungan.
Rezha Pratiwi Eka Gharini Ema Hermawati. (2018)	Analisis Risiko Kesehatan pengambilan sampling 1 jam, kemudiandikonversimenggunakan rumus Konversi Canter ke waktu pengambilan sampling selama 24 jam menjadi -0,765 μg/m^3. Jika mengacu pada PP No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, konsentrasi NO_2 dan masih sangat jauh dibawah baku mutu SO_2 udara 21 ambien, sehingga dapat dikatakan masih aman pada pajanan tersebut di TPA Cipayung, Depok. akibat Pajanan Gas NO_2 dan SO_2 di TPA Cipayung, Depok Tahun 2018	pengambilan sampling 1 jam, kemudian dikonversi menggunakan rumus Konversi Canter ke waktu pengambilan sampling selama 24 jam menjadi -0,765 μg/m^3. Jika mengacu pada PP No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, konsentrasi NO_2 dan masih sangat jauh dibawah baku mutu SO_2, sehingga dapat dikatakan masih aman pada pajanan tersebut di TPA Cipayung, Depok.
Thareq Muhammad Diva (2018)	Analisa CO Dan CO Pada Bengkel Motor Non Resmi Sabel Motor	Keadaan kondisi eksisting udara dalam lingkungan kerja Bengkel Motor ‘‘Sabel Motor’’ sudah cukup baik jika ditinjau dengan parameter tingkat CO_2

Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
		dan CO di setiap baku mutu yang ditetapkan oleh masing-masing parameter pengukuran. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan data yang telah dikumpulkan dan dihitung, secara keseluruhan data yang dihasilkan dari pengukuran parameter kebisingan, intensitas pencahayaan, CO_2 dan CO masih berada dibawah nilai baku mutu yang telah ditetapkan oleh masing-masing parameter pengukuran

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Berikut merupakan diagram alir penelitian untuk memberikan gamabran mengenai tahapan-tahapan dalam penelitian yang dilakukan, dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3. 1. Diagram Alir Penelitian

3.2 Waktu Dan Lokasi Pengambilan Sampel

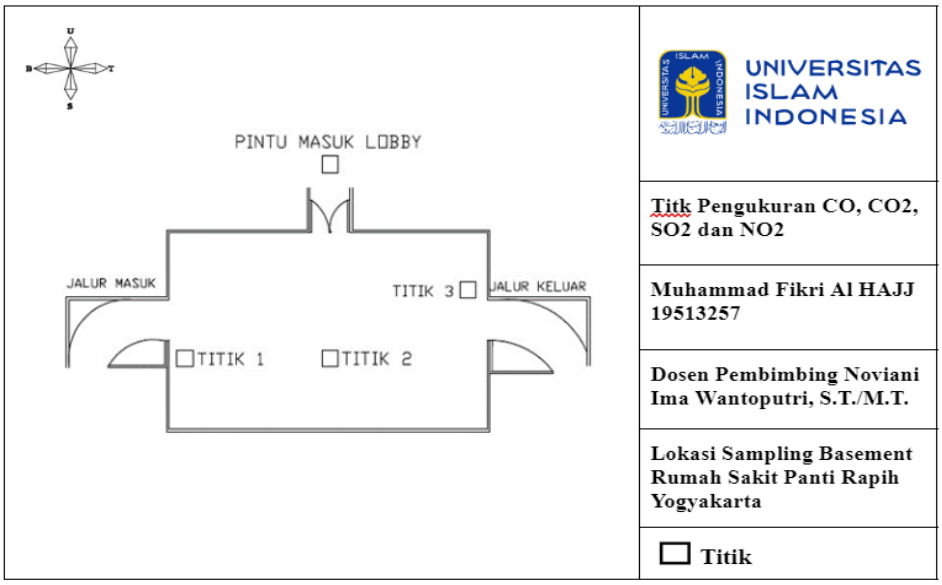
Penelitian dilakukan di *basement* Rumah Sakit Panti Rapih, D.I. Yogyakarta. Pengambilan sampel dilakukan selama 3 hari, yaitu hari ke-1 (Selasa, 22 Agustus 2023), hari ke-2 (Rabu, 30 Agustus 2023), hari ke-3 (Kamis, 31 Agustus 2023). Pemilihan lokasi didasarkan pada tata guna lahan serta pada potensi tingkat pencemaran udara yang tinggi di *basement* Rumah Sakit Panti Rapih Yogyakarta. Pengambilan sampel CO, CO_2, SO_2, dan NO_2 dilakukan di tiga titik lokasi yaitu titik 1 terletak dipintu masuk *basement* Rumah Sakit Panti Rapih Yogyakarta, untuk titik 2 terletak pada pintu lobby masuk rumah sakit, dan titik 3 terletak pada pintu keluar *basement*. Untuk lebih jelasnya waktu pengambilan sampel dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3. 1. Waktu Pengambilan Sampel CO, CO_2, SO_2, dan NO_2

No	Waktu	Parameter	Sesi Pengambilan Data	Lama Waktu Pengambilan
1	Selasa, 22 Agustus 2023	SO2 dan NO2	Pagi, Siang, dan Sore	1 jam
2	Rabu, 30 Agustus 2023	CO dan CO2	Pagi, Siang, dan Sore	1 jam
3	Kamis, 31 Agustus 2023	CO dan CO2	Pagi, Siang, dan Sore	1 jam

Penentuan titik pengambilan sampel mengacu pada SNI 7230:2009 tentang teknik penentuan titik pengambilan sampel udara di tempat kerja yaitu titik pengambilan sampel udara dilihat berdasarkan ukuran unit kerja dengan memperhatikan area yang memiliki konsentrasi pencemar tertinggi. Beberapa ketentuan yang mendasari penentuan titik pengambilan sampel yaitu tata guna lahan dan area dengan konsentrasi pencemar udara.

Pada area *basement* Rumah Sakit Panti Rapih memerlukan 3 titik lokasi sampel dengan dilakukan 1 jam pengambilan sampel CO, CO_2, SO_2, dan NO_2 dilapangan secara langsung ke lokasi penelitian, untuk menentukan area yang berpotensi memiliki risiko pencemaran udara dalam ruang. Area yang dimaksud adalah sebuah tempat yang banyak dilalui oleh kendaraan bermotor dan terdapat banyak manusia. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut.



Gambar 3. 2. Peta Titik Lokasi Pengambilan Sampel di *Basement* Rumah Sakit Panti Rapih

3.3 Metode Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan pada waktu puncak, yaitu pada pagi, siang dan sore hari, selama 3 kali dalam kurun waktu 2 minggu. Pengambilan sampel dengan teknis penelitian pemantauan gas CO, CO_2, SO_2, dan NO_2 secara langsung dan faktor meteorologi seperti kecepatan angin, suhu udara, kelembapan, dan tekanan udara selama 1 jam di setiap titik dan pengukuran uji selama 10 menit, sehingga terdapat 6 kali pencatatan untuk satu pengukuran. Untuk penentuan titik sampling menggunakan sesuai lokasi pada basement pada pintu masuk, pintu lobi dan pintu keluar *basement* Rumah Sakit Panti Rapih. Pengambilan sampel konsentrasi CO, CO_2, SO_2, dan NO_2 mengacu pada SNI yang berlaku. Metode pengambilan sampel untuk mengukur konsentrasi CO, CO_2, SO_2, dan NO_2 dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3. 2. Metode Pengambilan Sampel

Parameter	Metode Ukur	Referensi
Sulfur Dioksida (SO_2)	Impinger	SNI 1719-7:2017
Karbon Monoksida (CO)	Testo 315-3	SNI 1719-10:2011
Nitrogen Dioksida (NO_2)	Impinger	SNI 1719-7:2017
Karbon Dioksida (CO_2)	Testo 315-3	SNI 1719-10:2011

3.4 Alat Pengambilan Sampel

Pengukuran gas CO (karbon monoksida) dan CO_2 (karbon dioksida) pada udara ambien mengikuti standar Instruksi Kerja Laboratorium Kualitas Lingkungan Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia, cara uji kadar gas karbon monoksida (CO) yang menggunakan metode Sensor (Testo 315-3). Instruksi Kerja Laboratorium Kualitas Lingkungan menggunakan metode pengukuran dengan sensor secara *real time* dengan sistem absorbsi dimana udara ambien akan masuk ke dalam katup sensor, lalu akan dibaca oleh detektor, kemudian data akan langsung dapat dilihat pada layar alat tersebut. Laboratorium Kualitas Lingkungan menyediakan 2 (dua) *merk* alat digital untuk mengukur kadar gas CO dan CO_2, pada pengukuran ini menggunakan parameter utama seperti gas CO dan CO_2 diukur dengan menggunakan CO meter dengan *merk* Testo 315-3, Testo 315-3 memiliki akurasi pengukuran yang lebih akurat. Pengukuran data pendukung seperti data faktor meteorologi menggunakan alat bernama Barometer, alat ini digunakan untuk mengukur suhu, kelembapan, serta kecepatan angin, untuk parameter SO_2 dan NO_2 menggunakan alat Air Gas *Impinger* Sampler, alat ini digunakan untuk mengukur konsentrasi gas yang terkandung pada tabung berongga impinger, alat pendukung lainnya yang digunakan adalah roll kabel, *smartphone* yang digunakan sebagai *timer*, adapun buku catatan serta alat tulis yang digunakan untuk mencatat data yang telah didapat. Berikut alat *Testo* 315-3 pada Gambar 3.3



Gambar 3. 3. CO & CO_2 meter (*Testo* 315-3)

https://www.testo.com/en-UK/testo-315-4/p/0632-3155

Berikut merupakan Gambar 3.4 dari alat *Barometer* MHB-382SD berfungsi untuk mengukur Temperatur, kelembapan, serta Tekanan udara.



Gambar 3. 4. *Barometer* MHB-382SD
https://id.aliexpress.com/i/1005005928562886.html?gatewayAdapt=glo2idn

Berikut merupakan Gambar 3.5 dari alat *Anemometer* yang berfungsi untuk mengukur suhu, kelembapan, serta kecepatan angin.



Gambar 3. 5. *Anemometer*

https://alatproyek.com/12-alat-ukur/13-anemometer

Berikut merupakan Gambar 3.6 dari alat *Air Gas Impinger Sampler*, alat ini digunakan untuk mengukur konsentrasi gas yang terkandung pada tabung berongga impinger



Gambar 3. 6. *Impinger*

https://envilife.co.id/mengetahui-tentang-gas-sampler-impinger

3.5 Analisis Data

3.5.1 Pengolahan Data

Setelah hasil pengukuran dicatat dalam format sampling, data kemudian dipindahkan ke Microsoft Excel untuk diolah. Data kemudian dikategorikan berdasarkan output yang akan diolah, seperti data untuk pemetaan sebaran konsentrasi. Satuan pembacaan konsentrasi pada alat yang digunakan masih berupa ppm *(part per million)* sehingga akan dikonversi ke dalam satuan yang sesuai dengan baku mutu yang ada, yaitu µg/m^3. Konversi satuan dari ppm ke µg/m^3 menggunakan fungsi excel yang ada.

3.5.2 Penyajian Data

Data yang diperoleh kemudian disajikan dengan bar diagram dan *scatter plot* diagram. Kedua jenis diagram tersebut memungkinkan diketahuinya perbedaan atau pun selisih dari data yang ditampilkan. Bar diagram akan digunakan untuk menyajikan data parameter gas CO dan gas CO_2, penyajian grafik secara

keseluruhan, pada bagian ini grafik akan disajikan dengan menampilkan rata-rata setiap titik dengan waktu pagi, siang, dan sore, dan menyajikan grafik rata-rata harian untuk setiap titik untuk data SO_2 dan NO_2 yang disajikan kurva kalibrasi dan nilai konsentrasi SO_2 dan NO_2 dan penyajian grafik secara keseluruhan, pada bagian ini grafik akan disajikan dengan variasi dan perbedaan di setiap data nya dapat terlihat jelas. S*catter plot* diagram akan digunakan untuk menyajikan data korelasi antara parameter utama dengan faktor meteorologi.

3.5.3 Hubungan Konsentrasi Parameter Utama dengan Faktor Meteorologi

Nilai koefisien korelasi menunjukkan hubungan antara konsentrasi dan elemen meteorologi, yaitu kecepatan angin dan suhu udara. Koefisien korelasi (R) menunjukkan seberapa kuat hubungan antara variabel independen (X) dan variabel dependen (Y). Nilai R berkisar antara 0 dan 1; nilai yang lebih tinggi mendekati 1 menunjukkan hubungan yang lebih kuat, dan nilai yang lebih rendah menunjukkan hubungan yang lebih lemah (Syahputra dan Lubis, 2019). Hal ini sesuai dengan apa yang dikatakan Ridwan (2005), yang menyatakan bahwa, dengan persyaratan berikut, koefisien korelasi memiliki nilai mulai dari -1 hingga 1, dengan kriteria sebagai berikut :

a). Jika r = 1, korelasi antara X dan Y adalah sempurna positif yang berarti kenaikan atau penurunan X sangat mempengaruhi kenaikan atau penurunan Y.

b). Jika r = -1, korelasi antara X dan Y Sempurna negatif yang berarti kenaikan atau penurunan X tidak mempengaruhi atau penurunan Y.

c). Jika r = 0, korelasi antara X dan Y lemah sekali (tidak ada hubungan).

3.5.4 Pemetaan Sebaran Konsentrasi

Surfer merupakan program aplikasi pemetaan yang umum digunakan untuk membuat kontur dan peta 3 (tiga) dimensi yang berbasis grid (Gird-based countouring and 3D surface plotting graphics program). Program ini berjalan pada sistem operasi Windows. Cara kerja Sofwater Surfer 13 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 (Hikmah, 2022).

Langkah pertama dalam melakukan pemetaan adalah menemukan koordinat sumbu X, Y, yang merupakan garis bujur dan garis lintang titik pengambilan sampel di area *basement* Rumah Sakit Panti Rapih. Kemudian buka Program Surfer 13, pilih New Plot, dan kemudian pilih Lembar kerja. Isi kolom X, Y, Z dengan sumbu X, Y garis bujur dan garis lintang titik pengambilan sampel di area basement Rumah Sakit Panti Rapih, dan Z merupakan konsentrasi yang dihasilkan di tiap titik.

Selanjutnya, klik *New*, lalu pilih Plot *Document*. Klik *Grid*, lalu pilih Grid Data dengan data lembar kerja yang telah dibuat. Pada menu rumah, klik *Map Wizard*, dan pilih data Grid Data yang telah dilakukan. Warnai peta yang telah dibuat di File Warna, Gunakan Skala Warna, dan beri keterangan pada peta. Peta yang telah dibuat dapat dieksport sesuai dengan output file yang diinginkan.

BAB IV
HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

4.1 Gambaran Umum Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menghitung nilai konsentrasi pencemaran CO, CO_2, SO_2, dan NO_2 di udara dalam ruang pada *basement* Rumah Sakit Panti Rapih, melakukan pemetaan dengan s*oftware* Golden Surfer 13 sebaran konsentrasi CO, CO_2, SO_2, dan NO_2 di udara dalam ruang *basement* Rumah Sakit Panti Rapih, dan mengidentifikasi pengaruh faktor meteorologi konsentrasi pencemaran CO, CO_2, SO_2, dan NO_2 di *basement* Rumah Sakit Panti Rapih,

Pengukuran gas CO, CO_2, SO_2, dan NO_2, dan faktor meteorologi akan berlangsung selama 3 hari, dengan 1 hari (Selasa) dan hari (Rabu dan Kamis) dengan 3 sesi pengukuran yaitu pagi,siang dan sore. Pengukuran akan dilakukan di *basement* Rumah Sakit Panti Rapih, dengan total 3 titik pengukuran dengan satu tempat lokasi. Titik 1 merupakan tempat pintu masuk area *basement*, titik 2 merupakan pintu lobby masuk Rumah Sakit Panti Rapih, titik 3 merupakan pintu keluar area *basement.*

4.2 Strategi Pengelolaan Konsentrasi Gas CO, CO_2, SO_2, dan NO_2

Strategi pengelolaan kualitas udara dalam ruang di *basement* dapat bervariasi tergantung pada faktor-faktor seperti lokasi, jenis polutan udara yang dominan, dan tujuan penggunaan ruangan tersebut. Strategi yang dapat diterapkan yaitu, ventilasi yang baik dalam ruangan. Ventilasi alami seperti jendela dan ventilasi buatan seperti penggunaan kipas atau sistem ventilasi mekanis dapat membantu pertukaran udara dan mengurangi konsentrasi polutan. Strategi selanjutnya yaitu pembersihan udara. Digunakan perangkat pembersihan udara seperti *purifier* udara atau filter HEPA untuk menghilangkan partikel-partikel kecil dan polutan udara lainnya dari udara di dalam ruangan. Strategi lainnya adalah pengendalian sumber polusi. Identifikasi sumber-sumber polutan di dalam ruangan seperti asap rokok, gas buang dari peralatan rumah tangga, atau bahan kimia dari bahan bangunan dan usahakan

untuk mengendalikan atau menguranginya. Dan strategi terakhir yaitu, Pendidikan dan Kesadaran. Tingkatkan kesadaran penghuni ruangan tentang pentingnya kualitas udara dalam ruangan dan cara-cara untuk menjaga kebersihannya, seperti tidak merokok di dalam ruangan dan membuang sampah dengan benar.

4.3 Analisis Konsentrasi Gas CO, CO_2, SO_2, dan NO_2 Dengan Faktor Meteorologi

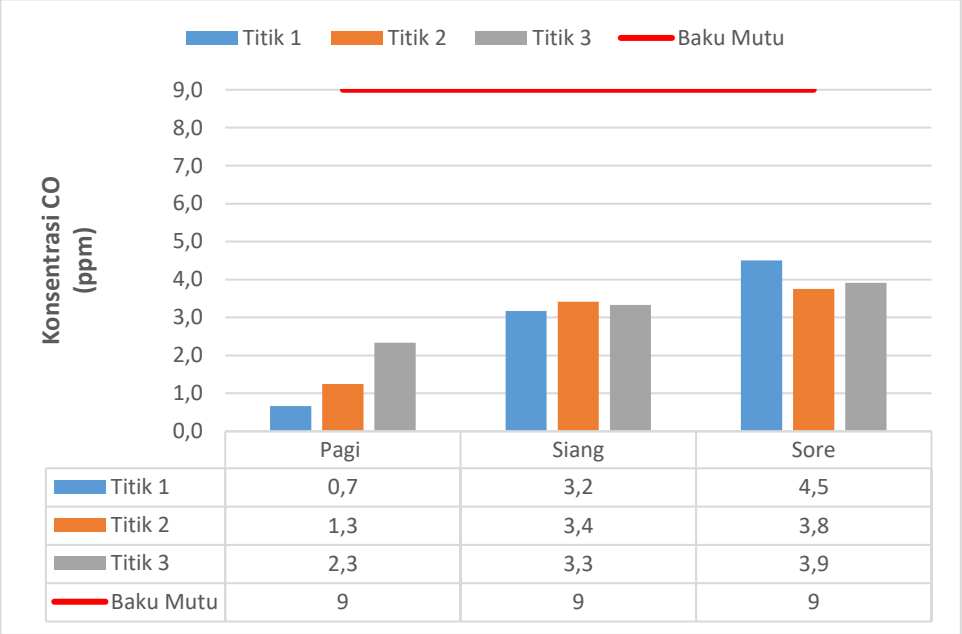
Untuk menganalisis gas CO, CO2, SO2, dan NO2, diperlukan data Meteorologi yaitu kecepatan angin, kelembapan, temperatur udara, dan tekanan udara. Pengambilan sampel selama 3 hari dalam 2 pekan, jumlah titik pengambilan berjumlah 3 titik, waktu pengambilan sampel per titik pagi, siang dan sore, dan durasi pengambilan sampel 6 data per 10 menit dalam satu jam per titik. Data meteorologi disajikan dalam bentuk Tabel. Untuk data dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4. 1. Hasil Data Penelitian Meteorologi

Kecepatan Angin (m/s)	Temperatur Udara (C)	Kelembaban (%)	Tekanan Udara (mBar)
0,2	28,2	65,1	747
0,2	29,3	63,8	745
0,3	30,2	63,2	745

4.4 Konsentrasi Gas CO (Karbon Monoksida)

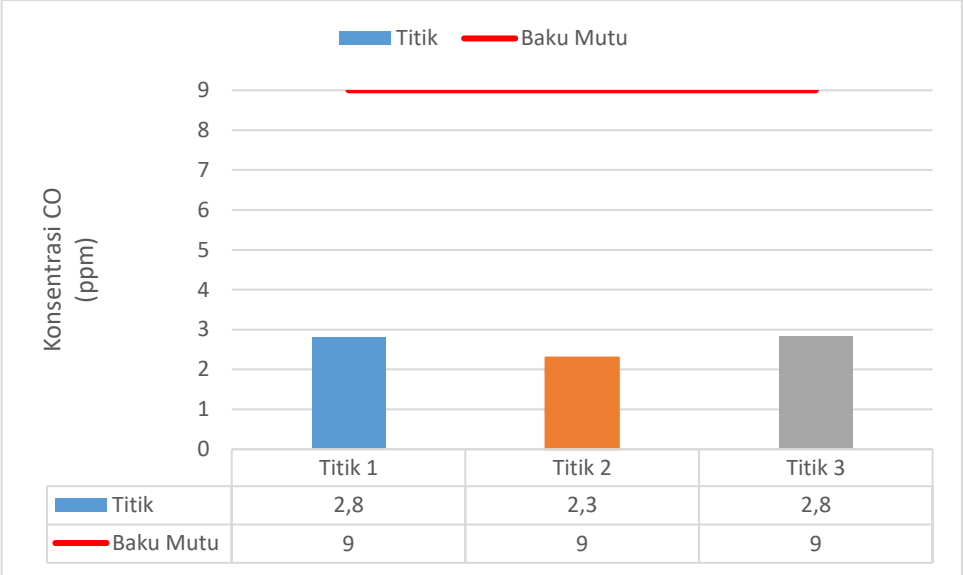
Berdasarkan Persyaratan kualtias udara dalam rungan PERMENKES Republik Indonesia No.2 Tahun 2023 baku mutu udara dalam ruang untuk karbon monoksida di udara adalah 9 Ppm dengan waktu pengukuran selama 8 (delapan) jam dengan sistem pengukuran aktif kontinu. Hasil pengukuran konsentrasi gas CO di tiap titik disajikan dalam bentuk bar diagram. Data yang disajikan berupa grafik, bagian pertama adalah perbandingan konsentrasi gas setiap sesi dengan baku mutu, kemudian bagian kedua merupakan data konsentrasi gas CO dengan rata-rata harian dengan baku mutu. Perbandingan konsentrasi gas CO setiap titik dengan baku mutu dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut.



	Pagi	Siang	Sore
Titik 1	0,7	3,2	4,5
Titik 2	1,3	3,4	3,8
Titik 3	2,3	3,3	3,9
Baku Mutu	9	9	9

Gambar 4. 1. Grafik Perbandingan Konsentrasi Setiap Titik

Berdasarkan analisis data konsentrasi CO yang telah disajikan dengan bentuk bar diagram menunjukkan bahwa titik 1 lebih besar nilai konsentrasinya di sore hari dibandingkan pagi dan siang. Titik 2 juga sama, nilai konsentrasinya lebih tinggi di sore hari dibandingkan pagi dan siang hari. Untuk Titik 3, nilai konsentrasinya lebih tinggi di sore hari dibandingkan pagi dan siang hari. Rata-rata di sore hari nilai konsentrasi CO lebih tinggi, dikarenakan jumlah kendaraan bermotor pada sore hari diarea *basement* lebih banyak dari pada pagi dan siang hari. Adapun nilai rata-rata harian konsetrasi CO pada Gambar 4.2 berikut.

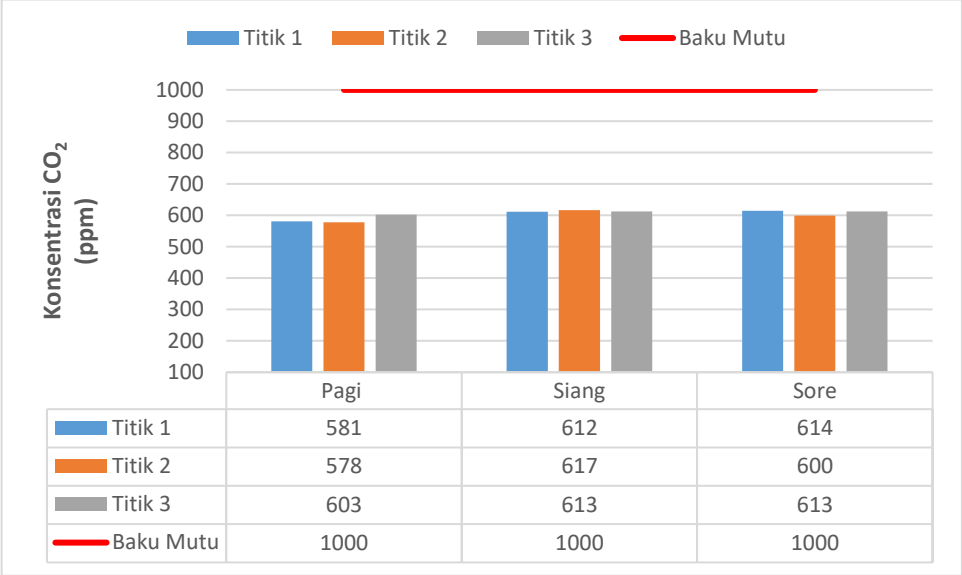


Gambar 4. 2. Grafik Rata-rata Harian Konsentrasi CO

Berdasarkan grafik rata-rata harian yang telah disajikam dalam bentuk bar diagram tersebut menunujukkan bahwa konsentrasi CO pada titik 1 dan titik 3 memiliki nilai konsentrasi yang tertinggi dengan nilai yang sama yaitu 2,8 ppm, untuk titik 2 memiliki konsentrasi 2,3 ppm, walaupun titik 1 dan 3 memiliki nilai konsentrasi yang tinggi tetapi masih dibawah baku mutu yang ditetapkan sebesar 9 ppm.

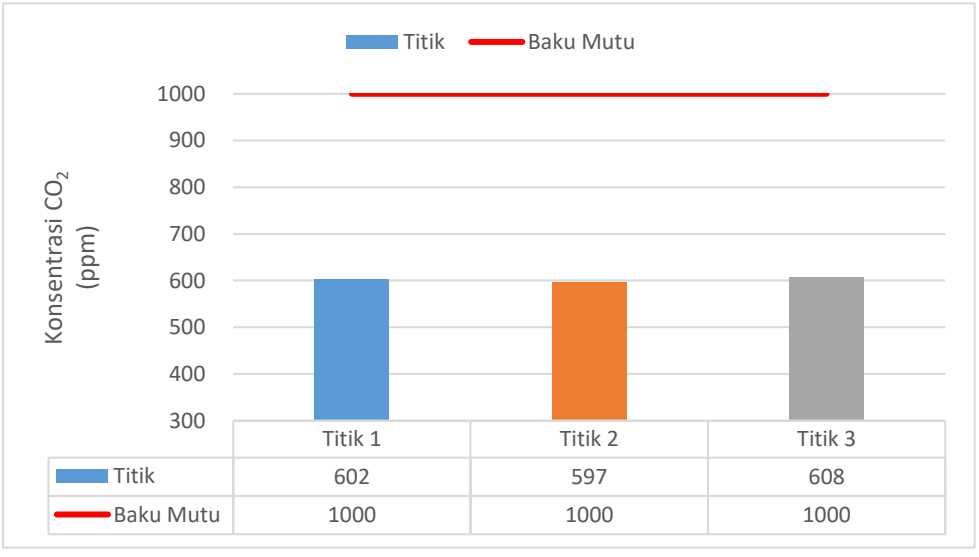
4.4.1 Konsentrasi Gas CO_2 (Karbon Dioksida)

Baku mutu udara dalam raung yang dipakai pada penelitian ini mengenai baku mutu konsentrasi gas CO_2 adalah standar PERMENKES Republik Indonesia No.2 Tahun 2023 dengan baku mutu 1000 ppm. Menampilkan nilai konsentrasi setiap titik berbeda-beda pada setiap sesi, biasanya disiang hari dan sore hari konsentrasi cenderung lebih tinggi dibandingkan pada pagi hari. Adapun penyajian data dalam bentuk grafik dari setiap sesi dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut.



Gambar 4. 3. Grafik Konsentrasi CO_2

Pada grafik ini memungkinkan untuk dapat dilihat perbandingan konsentrasi gas CO_2 di tiga titik yang berbeda, nilai konsentrasi dititik 1 lebih tinggi pada sore hari sebesar 614 ppm, untuk titik 2 nilai konsentrasi yang lebih tinggi pada siang hari sebesar, 617, untuk titik 3 nilai konsentrasi yang lebih tinggi pada siang dan sore hari sebesar 613 ppm. Tetapi titik 2 yang memiliki nilai konsentrasi pada siang hari dibandingkan titik 2 dan 3 sebesar 617 ppm. Adapun data rata-rata harian konsentrasi CO_2 pada grafik dapat dilihat pada Gambar 4.4 berikut.



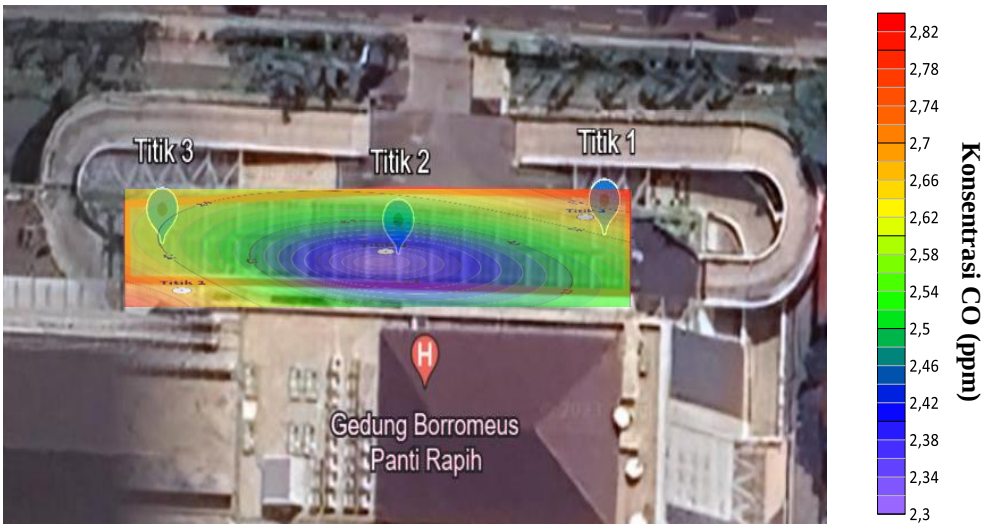
Gambar 4. 4. Grafik Rata-rata Harian Konsentrasi CO_2

Berdasarkan grafik Rata-rata Harian Konsentrasi CO_2 tersebut menunjukkan nilai dittik 1 sebesar 602 ppm, untuk titik 2 sebesar 595 ppm, dan titik 3 sebesar 608 ppm. Untuk nilai konsentrasi yang paling tinggi terdapat pada titik 3 dengan 608 ppm, dikarenakan pada titik 3 merupakan tempat pintu keluar area *basement* Rumah Sakit Panti Rapih dan persinggahan mobil untuk mengatri keluar pintu *basement*, sehingga gas CO_2 lebiih tinggi konstrasinya pada titik 3 sebesar 608 ppm. Akan tetapi masih dibawah baku mutu sebesar 1000 ppm.

4.4.2 Sebaran Konsentrasi Gas CO dan Gas CO_2

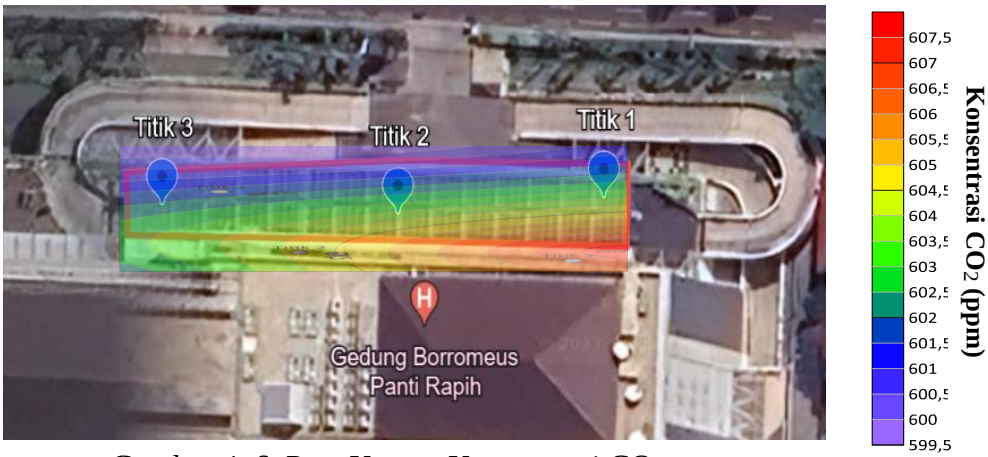
Pemetaan sebaran konsentrasi di setiap titik pengukuran dianalisis menggunakan bantuan *software* Golden Surfer 13 Pada tiga lokasi pengambilan sampel, pemetaan didasarkan pada konsentrasi rata-rata dan serta konsentrasi maksimum secara keseluruhan dengan tujuan sebaran konsentrasi nya adalah konsentrasi gas CO (ppm) dan konsentrasi gas CO_2 (ppm). Hal ini dilakukan dengan menggunakan titik koordinat x sebagai koordinat garis bujur (*longitude*) titik pengambilan sampel, titik koordinat y sebagai koordinat garis lintang (*latitude*) titik pengambilan sampel, dan titik koordinat z sebagai data gas CO (ppm) pada bagian sebaran konsentrasi gas CO, sedangkan pada bagian sebaran konsentrasi gas CO_2 (ppm) titik koordinat sebagai data gas CO_2.

Setiap nilai konsentrasi di setiap titik dan data - data pendukung lainnya dimasukan ke dalam Excel yang kemudian akan dikonversi kan menjadi peta kontur sebaran konsentrasi gas CO danCO_2 melalui proses *grid* data dengan aplikasi Golden Surfer 13, lalu masukan koordinat x,y, dan z sesuai dengan fungsinya. Setelah data tersebut ter konversi menjadi peta kontur maka tekan menu *Map Wizard* agar peta kontur tersebut menjadi berwarna dan titik lokasi pengambilan sampel dapat terlihat. Peta kontur konsentrasi CO yang telah *digrid* dapat dilihat pada Gambar 4.5 berikut.



Gambar 4. 5. Peta Kontur Konsentrasi CO

Dari gambar Peta kontur Konsentrasi CO tersebut dapat dilihat sebaran nilai yang paling tinggi diwarnai warna orange dan sampai nilai yang terkecil diwarnai warna ungu. Pada titik 1 dan titik 3 memiliki nilai konsentrasi CO sebaran yang paling tinggi sebesar 2,6 sampai 2,7 ppm dan titik 2 memiliki nilai konsentrasi paling rendah sebesar 2,4 ppm. Peta kontur konsentrasi CO_2 yang telah *digrid* dapat dilihat pada Gambar 4.6 berikut.

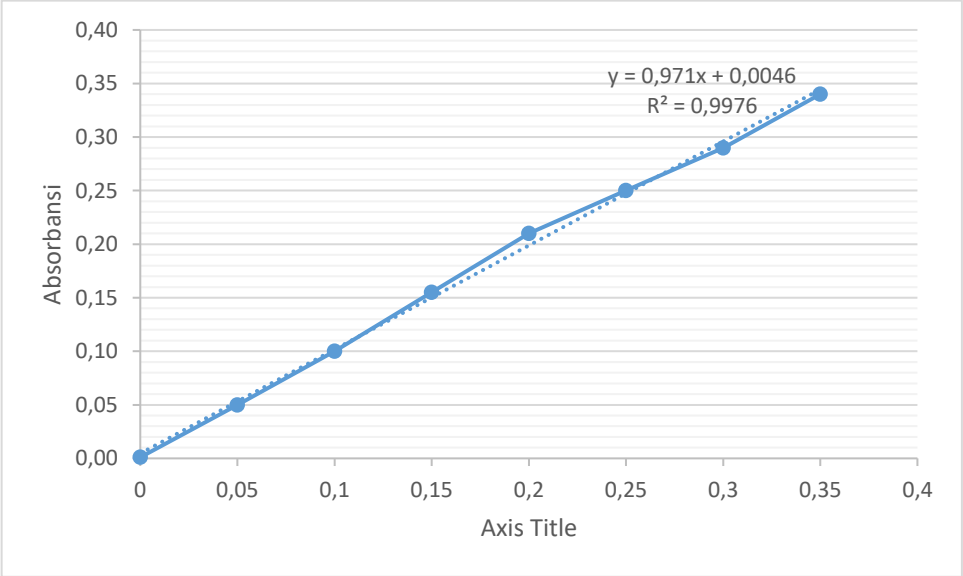


Gambar 4. 6. Peta Kontur Konsentrasi CO_2

Dari gambar peta kontur konsentrasi CO_2 tersebut dapat dilihat sebaran nilai yang paling tinggi ditunjukkan pada warna orange dan yang paling rendah ditunjukkan pada warna ungu, pada titik 3 sebaran konsentrasi CO_2 yang paling tinggi sebesar 607 ppm.

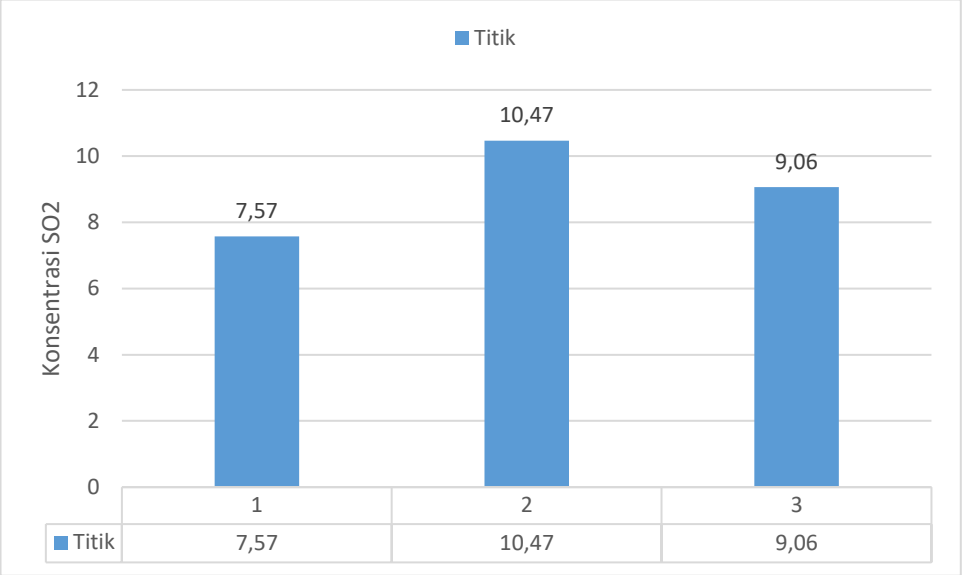
4.5 Konsentrasi Gas SO_2 (Sulfur Dioksida)

Konsentrasi kadar gas Sulfur Dioksida (SO_2) di udara dalam ruang dilakukan berdsarakan peraturan SNI 7119-7:2017. Prinsip penentuan SO_2 yaitu larutan penjerap SO_2 dimasukkan dalam tabung impinger tunggu selama 1 jam, masukkan laurtan formadehilda 2 ml dan larutan pararosanilin 5 ml untuk dilakukannya spektrofotometri. Setelah dilakukan spektrofotometri didapat nilai absorbansi SO_2 pada setiap titik, dan menentukan kurva kalibrasi. Adapun yang dapat disajikan dalam bentuk kurva kalibrasi dan grafik konsentrasi SO_2 sebagai berikut. Untuk kurva kalibrasi dapat dilihat pada Gambar 4.7 berikut.



Gambar 4. 7. Kurva Kalibrasi Konsentrasi SO_2

Setelah mendapatakan nilai Absorbansi konsentrasi SO_2, Peneliti menentukan kurva kalibrasi dari konsentrasi SO_2, dan menentukan nilai konsentrasi SO_2 dari setiap titik, yang dapat ditampilkan dalam bentuk grafik. Untuk grafik konsentrasi SO_2 dapat dilihat dalam pada Gambar 4.8 berikut.

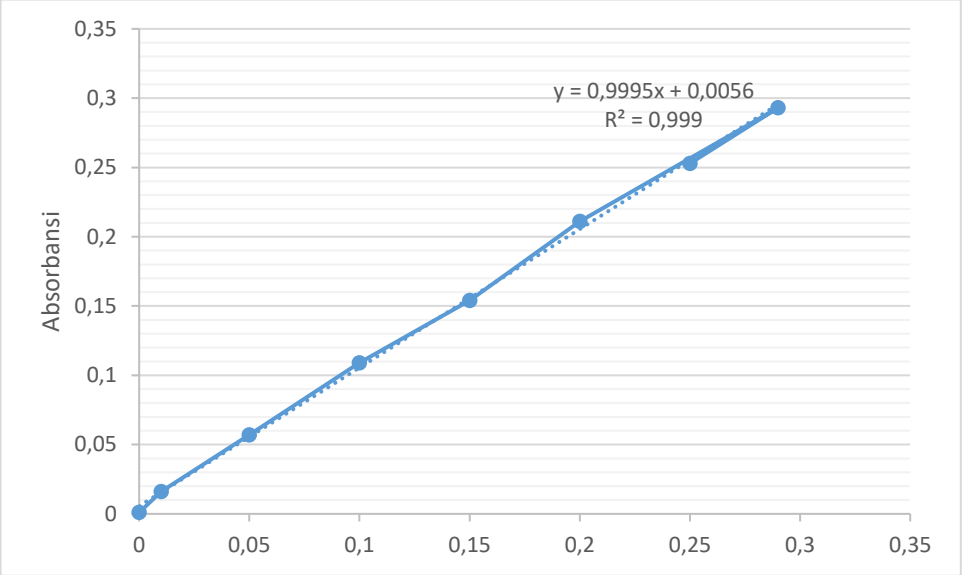


Gambar 4. 8. Grafik Konsentrasi SO_2 Setiap Titik

Berdasarkan grafik konsentrasi SO_2 tersebut, setelah dicari nilai kurva kalibrasi dari konsentrasi SO_2, akan dihitung volume contoh uji konsentrasi SO_2 setiap titik, untuk titik 1 sebesar 29,16 Nm^3, titik 2 sebesar 28,96 Nm^3, dan titik 3 sebesar 28,91 Nm^3. Untuk langkah perhitungan terakhir mencari nilai konsentrasi SO_2 setiap titik, pada titik 1 sebesar 7,57 $\mu g/m^3$, titik 2 sebesar 10,47 $\mu g/m^3$, dan titik 3 sebesar 9,06 $\mu g/m^3$. Yang dimana nilai konsentrasi SO_2 titik 1, titik 2 dan titik 3 tidak melebihi baku mutu dari udara dalam ruang yang sebesar 500 $\mu g/m^3$.

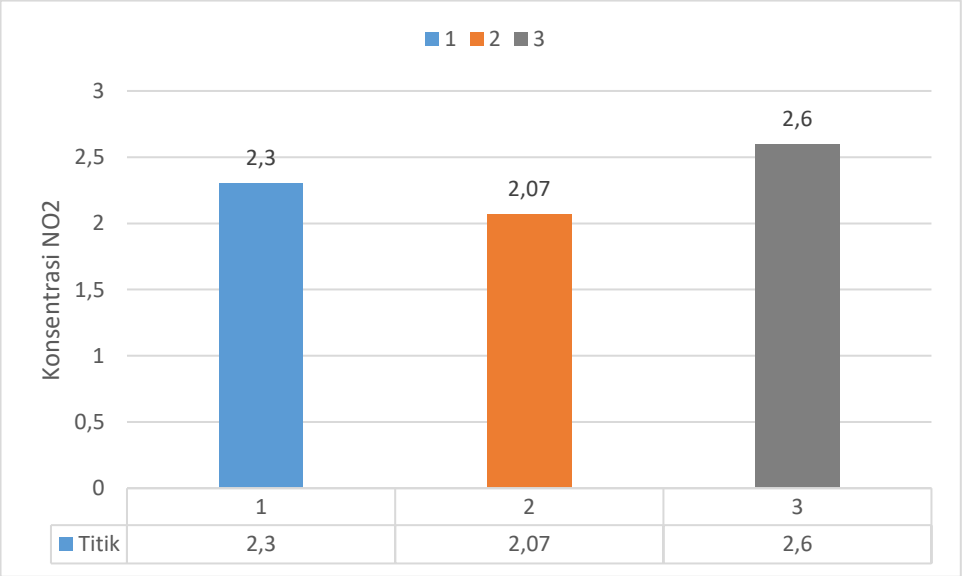
4.5.1 Konsentasi Gas NO_2 (Nitrogen Dioksida)

Konsentrasi gas NO_2 (Nitrogen Dioksida) di udara dalam ruang dilakukan berdasarakan peraturan SNI 7119-2:2017. Dengan menggunakan spektrofotometri tentang prinsip kerja dari metode gas Nitrogen Dioksida diserap dalam larutan *Griess Saltzman* sehingga membentuk suatu senyawa *azo dye* berwarna merah muda. Konsentrasi larutan ditentukan segera (kurang dari 1 jam) secara spektrofotometri pada panjang gelombang 550 nm. Berikut data hasil dari penelitian di *basement* Rumah Sakit Panti Rapih yang telah dispektrofotometri berupa kurva kalibrasi dan grafik konsentrasi NO_2. Untuk kurva kalibrasi dapat dilihat pada Gambar 4.9 berikut.



Gambar 4. 9. Kurva Kalibrasi NO_2

Setelah mendapatkan nilai Absorbansi konsentrasi NO_2, Peneliti menentukan kurva kalibrasi dari konsentrasi NO_2, dan menentukan nilai konsentrasi NO_2 dari setiap titik, yang dapat ditampilkan dalam bentuk grafik. Untuk grafik konsentrasi NO_2 dapat dilihat dalam pada Gambar 4.10 berikut.



Gambar 4. 10. Grafik Konsentrasi NO_2 Setiap Titik

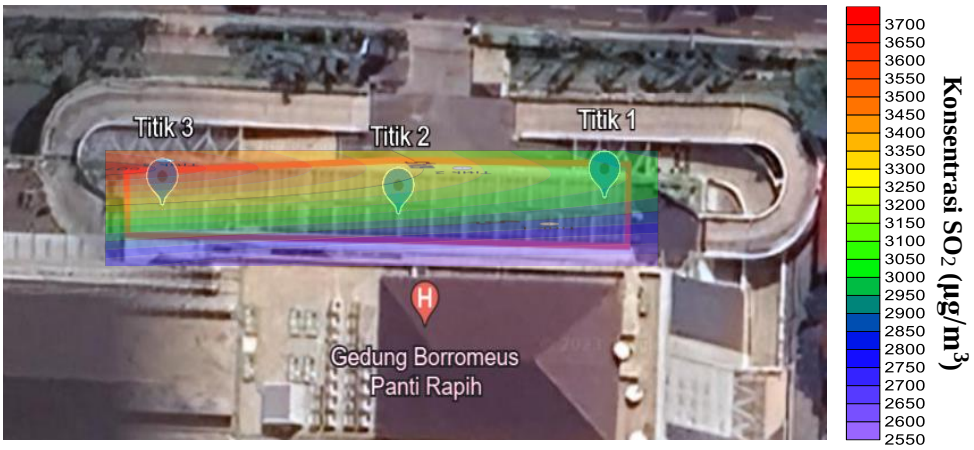
Berdasarkan grafik konsentrasi NO_2 tersebut, setelah dicari nilai kurva kalibrasi dari konsentrasi NO_2, akan dihitung volume contoh uji konsentrasi NO_2 setiap titik, untuk titik 1 sebesar 23,32 Nm^3, titik 2 sebesar 23,16 Nm^3, dan titik 3

sebesar 23,13 Nm^3. Untuk langkah perhitungan terakhir mencari nilai konsentrasi NO_2 setiap titik, pada titik 1 sebesar 2,30 $\mu g/m^3$, titik 2 sebesar 2,07 $\mu g/m^3$, dan titik 3 sebesar 2,60 $\mu g/m^3$. Yang dimana nilai konsentrasi NO_2 titik 1, titik 2 dan titik 3 tersebut tidak melebihi baku mutu dari udara dalam ruang yang sebesar 200 $\mu g/m^3$.

4.5.2 Sebaran Konsentrasi Gas SO_2 dan Gas NO_2

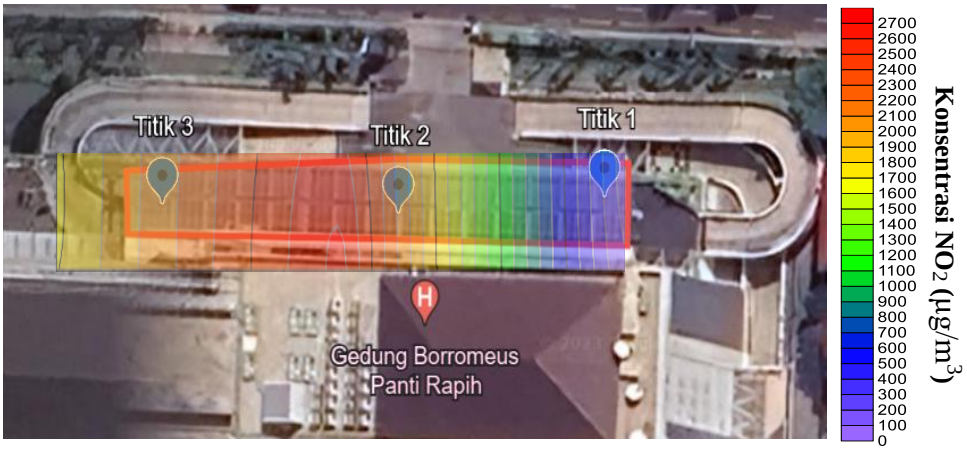
Pemetaan sebaran konsentrasi di setiap titik pengukuran dianalisis menggunakan bantuan *software* Golden Surfer13. Pada tiga lokasi pengambilan sampel, pemetaan didasarkan pada konsentrasi rata-rata dan serta konsentrasi maksimum secara keseluruhan dengan tujuan sebaran konsentrasi nya adalah konsentrasi gas SO_2 dan NO_2. Hal ini dilakukan dengan menggunakan titik koordinat x sebagai koordinat garis bujur (*longitude*) titik pengambilan sampel, titik koordinat y sebagai koordinat garis lintang (*latitude*) titik pengambilan sampel, dan titik koordinat z sebagai data gas SO_2, pada bagian sebaran konsentrasi gas SO_2 , sedangkan pada bagian sebaran konsentrasi gas NO_2 titik koordinat sebagai data gas NO_2.

Setiap nilai konsentrasi di setiap titik dan data - data pendukung lainnya dimasukan ke dalam Excel yang kemudian akan dikonversi kan menjadi peta kontur sebaran konsentrasi gas SO_2 dan NO_2 melalui proses *grid* data dengan aplikasi Golden Surfer 13, lalu masukan koordinat x,y, dan z sesuai dengan fungsinya. Setelah data tersebut ter konversi menjadi peta kontur maka tekan menu *Map Wizard* agar peta kontur tersebut menjadi berwarna dan titik lokasi pengambilan sampel dapat terlihat, Untuk sebaran nilai konsenrasi SO_2 dan NO_2 pada peta kontur yang tetinggi berwarna orange dan paling terendah berwarna ungu. Sebaran konsentrasi SO_2 dapat dilihat pada peta kontur Gambar 4.11 berikut.



Gambar 4. 11. Peta Kontur Konsentrasi SO_2

Dari gambar peta kontur konsentrasi SO_2 tersebut dapat dilihat sebaran nilai yang paling tinggi ditunjukkan pada warna orange dan yang paling rendah ditunjukkan pada warna ungu, pada titik 2 sebaran konsentrasi SO_2 yang paling tinggi sebesar 10,47 µg/m^3. Peta kontur konsentrasi NO_2 yang telah *digrid* dapat dilihat pada Gambar 4.12 berikut.



Gambar 4. 12. Peta Kontur Konsentrasi NO_2

Dari gambar peta kontur konsentrasi NO_2 tersebut dapat dilihat sebaran nilai yang paling tinggi ditunjukkan pada warna orange dan yang paling rendah ditunjukkan pada warna ungu, pada titik sebaran konsentrasi NO_2 yang paling tinggi pada tiitk 3 sebesar 2,60 µg/m^3.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1) Untuk Pengujian CO dan CO_2 Hasil dari parameter CO dititik 1 sebesar 2,8, titik 2 sebesar 2,3, dan titik 3 sebesar 2,8. Untuk parameter CO_2 dititik 1 sebesar 602, titik 2 sebesar 597 dan titik 3 608. Berdasarkan hasil analisis data konsentrasi CO dan CO_2 di *basement* Rumah Sakit Panti Rapih tersebut didapatkan bahwa data masih dibawah baku mutu yang telah ditetapkan oleh PERMENKES Republik Indonesia No.2 Tahun 2023 tentang standar baku mutu Kesehatan Lingkungan dalam ruang.
2) Hasil Pengujian parameter SO_2 dan NO_2 dengan hasil SO_2 pada titik 1 sebesar 7,57 $\mu g/m^3$, titik 2 sebesar 10,47 $\mu g/m^3$, dan titik 3 sebesar 9,06 $\mu g/m^3$. Untuk parameter NO_2 pada titik 1 sebesar 2,30 $\mu g/m^3$, titik 2 sebesar 2,07 $\mu g/m^3$, dan titik 3 sebesar 2,60 $\mu g/m^3$. Berdasarkan hasil analisis data konsentrasi SO_2 dan NO_2 di *basement* Rumah Sakit Panti Rapih tersebut didapatkan bahwa data banyak melebihi baku mutu yang telah ditetapkan oleh PERMENKES Republik Indonesia No.2 Tahun 2023 tentang standar baku mutu Kesehatan Lingkungan dalam ruang.

5.2 Saran

Adapun saran untuk penelitian - penelitian berikutnya :

1) Menggunakan alat serta teknologi yang terbaru agar pengukuran menjadi lebih akurat serta efisien.
2) Pemantauan kualitas udara harus dilakukan terus menerus dan berkesinambungan, agar sampel yang diperoleh dapat mewakili kumpulannya dan data yang dihasilkan dapat menunjukkan kualitas udara ambien di kawasan tersebut.
3) Memperbanyak titik pengukuran dan memperluas skala pengukuran.
4) Memperpanjang waktu pengukuran.

DAFTAR PUSTAKA

Anggraeni, N, I, S. (2009). *Pengaruh Lama Paparan Asap Dengan Kadar Co 1.800 Ppm Terhadap Gambaran Histopatologi Jantung Pada Tikus Wistar*. Semarang : UNDIP Press.

[BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2005. *Udara Ambien – Bagian 2 :Cara uji kadar nitrogen dioksida (NO2) dengan metode Griess Saltzman menggunakan spektrofotometer*. SNI 19.7119.2-2005. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Chandra, B. (2006). *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. EG, Jakarta.

Chamber-Perez, M, A. et. al. (2010). *"In Situ" Phytostabilisation Of Heavy Metal Polluted Soils Using Lupinus Luteus Inoculated With Metal Resistant Plant-Growth Promoting Rhizobacteria. Journal Of Harzardous Material*, 177 (323-330). Seville, Spain.

Diva, T, M. (2022). *Analisa Pengukuran Pencahayaan, Kebisingan, CO2, dan CO pada Bengkel Motor non Resmi "Sable Motor"*. Laporan Tugas Akhir. Teknik Lingkungan UII, Yogyakarta.

Eka. 2007. *Metode Analisa Kimia-Spektrofotometri*. Gramedia: Jakarta

Elizabeth, O. (2015). *Manfaat Dan Kegunaan Surfer*. Yogyakarta : Universitas Pembangunan Pembangunan Nasional Veteran.

Faudzi, M. (2012). *Kajian Kadar Testoteron Dan Cortisol Dalam Darah Pada Polisi Lalu Lintas (Terpajan Polutan) Dengan Polisi Yang Bertugas Di Kantor (Tidak Terpajan Polutan)*. Program Studi Keselamatan dan Kesehatan Universitas Indonesia, Jakarta.

Hazsya, M., Nurjazuli, dan Lanang H. (2018). *Hubungan Konsentrasi Karbon Monoksida (Co) Dan Faktor-Faktor Resiko Dengan Konsentrasi Cohb Dalam Darah Pada Masyarakat Beresiko Di Sepanjang Jalan Setiabudi Semarang*. J Kesehat Masy. ;6(6):241–50.

Hickman, A, J. (1999). *Methodology for Calculating Transport Emissions and Energy Consumption*. Transport Research Laboratory.

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

Kementrian Kesehatan. (2012). *Pedoman Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)*. Direktorat Jendral PP dan PL.

Michael J de Smith. (2018). *Statistical Analysis Handbook A Comprehensive Handbook of Statistical Concepts, Techniques and Software Tools*. The Winchelsea Press, Drumlin Security Ltd, Edinburgh.

Mukono, H. J. (2010). *Toksikologi Lingkungan*. Airlangga University Press, Surabaya.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, Lampiran VII.

Ridwan. (2005). *Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian*. Bandung : Alfabeta.

Sartika, D. (2010). *Analisis Kebisingan Pada Proses Pengolahan Teh di PTPN VIII di Perkebunan Gunung Mas, Cisarua, Jawa Barat*. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Sejati, K. (2011). *Global Warming, Food, an Water Problems, Sollutions, and The Changes of World Geopolittical Contesllation.* Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Soedomo, M. (2001). *Pencemaran Udara*. ITB Press, Bandung.

Standar Nasional Indonesia (SNI) nomor 7119-7:*2017 tentang Udara ambien - Bagian 7: Cara uji kadar sulfur nitrogen dioksida (SO2) dengan metode pararosanilin menggunakan spektrofotometer*.

Standar Nasional Indonesia. 2017. SNI 7119.2:2017. *Tentang Cara Cara uji kadar Nitrogendioksida (NO2) dengan metoda Griess-Saltzman menggunakan spektrofotometer.* Badan Standarisasi Nasional.Jakarta.

Standar Nasional Indonesia (SNI). (2005). No 19-7119.6-2005. *Bagian 6* : *Faktor Titik Sampel Udara Ambien dan Syarat Pemilihan Lokasi (Titik) Pengambilan Contoh Uji* : Jakarta.

Standar Nasional Indonesia (SNI). SNI 19-7119.9-2005. *Bagian 9 : Penentuan lokasi pengambilan contoh uji pemantauan kualitas udara roadside* : Jakarta.

Standar Nasional Indonesia. 2017. SNI 7119.7:2017. *Tentang Cara Cara uji kadar sulfurdioksida (SO2) dengan metoda pararosanilin menggunakan spektrofotometer*. Badan Standarisasi Nasional.Jakarta

Sugiyono. (2012). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

LAMPIRAN

Riwayat Hidup



Penulis lahir pada 22 Februari 2001, Penulis merupakan anak ke sepuluh dari sepuluh bersaudara dari pasangan Bapak Asmawi dan Ibu Tuti Warni. Penulis menempuh pendidikan di Madrasah Ibtidaiyah (MI) Jati Rejo pada tahun 2007-2013 di kota Simalungun, Sumatra Utara, kemudian melanjutkan pendidikan MTS Partimbalan pada tahun 2013-2016 di Kota Simalungun, Sumatra Utara. Kemudian melanjutkan pendidikan SMA Negeri 1 Air Putih di Kota Batubara pada tahun 2016-2019 di Batubara, Sumatra Utara. Setelah lulus dari jenjang SMA, penulis melanjutkan Pendidikan ke Perguruang Tinggi pada tahun 2019 di Universitas Islam Indonesia dengan Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Beberapa kegiatan yang dilakukan pada saat menjadi mahasiswa yaitu akitf dalam mengikuti event atau acara kampus serta mengikuti beberapa kegiatan, pada tanggal 24 Februari 2022 penulis melakukan Kerja Praktek Pertamina RU II Dumai, Riau dengan topik yaitu “Evaluasi Penerapan Sistem Manajemen Kesehatan dan Keselamatan kerja (K3) di PT. Kilang Pertamina Internasional RU II Dumai”. Pada bulan Maret 2023 - Agustus 2023 penulis melakukan penelitian terkait Analisis kualitas udara dalam ruangan dengan parameter CO,CO_2,SO_2, dan NO_2 di Rumah Sakit Panti Rapih Yogyakarta untuk menyelesaikan studi di Program Studi Teknik Lingkungan.

Lampiran 1. Form Sampling Konsentrasi CO dan CO_2, Rabu 30 Agustus 22 Juli 2023

Identitas Sampel											
Lokasi Sampel	Basement Rumah Sakit Panti Rapih			Titik Sampling	1						
Koordinat Lokasi				Jumlah Titik Sampling	3						
Cuaca	☑ Cerah ☐ Mendung ☐ Berawan			Catatan		Paraf				µg/m3 = (ppm x BM) (24,5 x 10−3)	
Musim	☑ Kemarau ☐ Hujan									Rumus ppm konversi ke µg/m3	
				Parameter							
No	Hari, Tanggal	Jam	Waktu Pengukuran	CO (Ppm)	CO2 (Ppm)	Kecepatan Angin (m/s)	Temperatur Udara (C)	Kelembaban (%)	Tekanan Udara (mBar)	CO (µg/Nm3)	CO2 (µg/Nm3)
1.	Rabu, 30 Agustus 2023	07.00 - 08.00	10 Menit Pertama	0,5	581	0,2	28,5	65,1	747	1154,780071	1045805,229
2.			10 Menit Kedua	0,5	582	0,2	28,5	65,1	747	1154,390337	1047605,238
3.			10 Menit Ketiga	0,5	578	0,2	27,9	65	747	1729,834071	1033205,166
4.	Pagi		10 Menit Keempat	0,5	579	0,2	27,9	65,1	747	2876,268559	1042205,211
5.			10 Menit Kelima	1	584	0,2	28,2	65,1	747	2873,369094	1051205,256
6.			10 Menit Keenam	1	579	0,2	28,2	65,1	748	2870,47547	1042205,211
		Rata-rata		0,666666667	580,5	0,203333333	28,2	65,08333333	747	2109,852934	1043705,219
1.	Rabu, 30 Agustus 2023	10.30 - 11.30	10 Menit Pertama	2,5	612	0,3	29,1	64,2	745	5013,62088	1101605,508
2.			10 Menit Kedua	2,5	614	0,3	29,1	63,4	745	5025,101202	1105205,526
3.			10 Menit Ketiga	3	600	0,3	29,1	64,2	745	5026,745542	1080005,4
4.	Siang		10 Menit Keempat	3,5	608	0,3	29,4	64	745	4472,608909	1094405,472
5.			10 Menit Kelima	3,5	612	0,3	29,4	63,4	745	5038,286118	1101605,508
6.			10 Menit Keenam	4	624	0,3	29,4	63,5	745	5043,248317	1123205,616
		Rata-rata		3,166666667	611,6666667	0,25	29,25	63,78333333	745	4936,601828	1101005,505
	Rabu, 30 Agustus 2023	14.30 - 15.30	10 Menit Pertama	3,5	625	0,3	30,1	63,2	745	5013,62088	1125005,625
			10 Menit Kedua	4	614	0,4	30,1	63,1	745	5025,101202	1105205,526
			10 Menit Ketiga	4,5	622	0,5	30,1	63,1	745	5026,745542	1119605,598
	Sore		10 Menit Keempat	4	625	0,3	30,4	63,1	745	4472,608909	1125005,625
			10 Menit Kelima	5,5	599	0,3	30,4	63,1	745	5038,286118	1078205,391
			10 Menit Keenam	5,5	601	0,3	30,4	63,1	745	5043,248317	1081805,409
		Rata-rata		4,5	614,3333333	0,351771784	30,25	63,11666667	745	4936,601828	1105805,529
	Rata-rata Harian			2,8	602,2	0,3	29,2	64,0	745,7	3994,4	1083505,4

Identitas Sampel											
Lokasi Sampel	Basement Rumah Sakit Panti Rapih			Titik Sampling	2						
Koordinat Lokasi				Jumlah Titik Sampling	3						
Cuaca	☑ Cerah ☐ Mendung ☐ Berawan 0,24			Catatan		Paraf					
Musim	☑ Kemarau ☐ Hujan										
				Parameter							
No	Hari, Tanggal	Jam	Waktu Pengukuran	CO (Ppm)	CO2 (Ppm)	Kecepatan Angin (m/s)	Temperatur Udara (C)	Kelembaban (%)	Tekanan Udara (mBar)	CO (µg/Nm3)	CO2 (µg/Nm3)
1.	Rabu, 30 Agustus 2023	08.10 - 09.10	10 Menit Pertama	1,5	580	0,2	28,2	64,2	747	1253,646768	1044005,22
2.			10 Menit Kedua	1,5	575	0,2	28,2	63,4	747	1253,646768	1035005,175
3.			10 Menit Ketiga	1,5	578	0,2	28,2	64,2	747	1253,646768	1040405,202
4.	Pagi		10 Menit Keempat	1	587	0,2	28,4	64	747	835,209924	1056605,283
5.			10 Menit Kelima	1	578	0,2	28,4	63,4	747	835,209924	1040405,202
6.			10 Menit Keenam	1	568	0,3	28,1	63,5	747	836,0420827	1022405,112
		Rata-rata		1,25	577,6666667	0,22	28,25	63,78333333	747	1044,567039	1039805,199
1.	Rabu, 30 Agustus 2023	12.00 - 13.00	10 Menit Pertama	3,5	612	0,2	30,2	64,2	745	2898,100303	1101605,508
2.			10 Menit Kedua	3	624	0,2	30,2	63,4	745	2484,085974	1123205,616
3.			10 Menit Ketiga	3,5	618	0,3	30,3	64,2	745	2897,14478	1112405,562
4.	Siang		10 Menit Keempat	3	614	0,3	30,1	64	745	2484,905534	1105205,526
5.	`		10 Menit Kelima	3,5	618	0,3	30,2	63,4	745	2898,100303	1112405,562
6.			10 Menit Keenam	4	616	0,3	30,2	63,5	745	3312,114632	1108805,544
		Rata-rata		3,416666667	617	0,28	30,2	63,78333333	745	2829,075254	1110605,553
	Rabu, 30 Agustus 2023	15.45 - 16.45	10 Menit Pertama	4,5	602	0,4	30,2	63,2	745	3726,128961	1083605,418
			10 Menit Kedua	4	602	0,4	31,2	63,1	745	3301,226681	1083605,418
			10 Menit Ketiga	3,5	603	0,4	30,7	63,1	745	2893,328982	1085405,427
	Sore		10 Menit Keempat	4	598	0,5	30,7	63,1	745	3306,661694	1076405,382
			10 Menit Kelima	3	580	0,5	30,6	63,1	745	2480,813134	1044005,22
			10 Menit Keenam	3,5	612	0,4	30,4	63,1	745	2896,189888	1101605,508
		Rata-rata		3,75	599,5	0,434702959	30,63333333	63,11666667	745	3100,72489	1079105,396
	Rata-rata Harian			2,3	597,3	0,3	29,2	63,8	746,0	1936,8	1075205,4

Lampiran 2. Form Sampling Konsentrasi CO dan CO_2, 31 Agustus 2023

Identitas Sampel			
Lokasi Sampel	Basement Rumah Sakit Panti Rapih	Titik Sampling	3
Koordinat Lokasi		Jumlah Titik Sampling	3
Cuaca	☑ Cerah ☐ Berawan ☐ Mendung	Catatan	Paraf
Musim	☑ Kemarau ☐ Hujan		

No	Hari, Tanggal	Jam	Waktu Pengukuran	Parameter							
				CO (Ppm)	CO2 (Ppm)	Kecepatan Angin (m/s)	Temperatur Udara (C)	Kelembaban (%)	Tekanan Udara (mBar)	CO (µg/Nm3)	CO2 (µg/Nm3)
1.	Kamis, 31 Agustus 2023	08.00 -09.00	10 Menit Pertama	2	602	0,2	27,8	65,2	747	1673,751803	1083605,418
2.			10 Menit Kedua	2,5	604	0,2	27,2	64,1	747	2096,371345	1087205,436
3.			10 Menit Ketiga	2	600	0,2	27,1	64,1	747	1677,655922	1080005,4
4.			10 Menit Keempat	2,5	596	0,2	27,4	64,2	747	2094,975625	1072805,364
5.			10 Menit Kelima	2,5	606	0,3	27,6	64,2	747	2093,581762	1090805,454
6.			10 Menit Keenam	2,5	607	0,3	28,1	64	747	2090,105207	1092605,463
		Rata-rata		2,333333333	602,5	0,235798413	27,53333333	64,3	747	1954,406944	1084505,423
1.	Kamis, 31 Agustus 2023	11.00 -12.00	10 Menit Pertama	2,5	606	0,3	30,2	62,2	745	2070,071645	1090805,454
2.			10 Menit Kedua	3,5	614	0,2	29,7	62,3	745	2902,887387	1105205,526
3.			10 Menit Ketiga	3,5	607	0,3	29,3	62,1	745	2906,728455	1092605,463
4.			10 Menit Keempat	3,5	613	0,3	28,9	61,5	745	2910,579702	1103405,517
5.			10 Menit Kelima	3,5	620	0,4	28,5	61,7	745	2914,441167	1116005,58
6.			10 Menit Keenam	3,5	615	0,4	28,1	62,1	745	2918,312892	1107005,535
		Rata-rata		3,333333333	612,5	0,322361316	29,11666667	61,98333333	745	2770,503541	1102505,513
	Kamis, 31 Agustus 2023	15.00 - 16.00	10 Menit Pertama	3,5	606	0,5	30,2	57,5	745	2898,100303	1090805,454
			10 Menit Kedua	4	614	0,4	29,7	58,3	745	3317,585585	1105205,526
			10 Menit Ketiga	4	607	0,4	29,3	60	745	3321,975377	1092605,463
			10 Menit Keempat	4	613	0,5	28,9	61,5	745	3326,376802	1103405,517
			10 Menit Kelima	4,5	620	0,5	28,5	61,7	745	3747,138644	1116005,58
			10 Menit Keenam	3,5	615	0,4	28,1	62,1	745	2918,312892	1107005,535
		Rata-rata		3,916666667	612,5	0,448373374	29,11666667	60,18333333	745	3254,914934	1102505,513
	Rata-rata Harian			2,8	607,5	0,3	28,3	63,1	746,0	2362,5	1093505,5

Lampiran 3. Form Sampling Konsentrasi SO_2 dan NO_2, Selasa 22 Agustus 2023

Identitas Sampel			
Lokasi Sampel	Basement Rumah Sakit Panti Rapih	Titik Sampling	1
Koordinat Lokasi		Jumlah Titik Sampling	
Cuaca	☑ Cerah ☐ Berawan ☐ Mendung	Catatan	Paraf
Musim	☑ Kemarau ☐ Hujan		

No	Hari, Tanggal	Jam	Waktu Pengukuran	Laju Alir Impinger (L/Menit)		Kecepatan Angin (m/s)	Temperatur Udara (C)	Kelembaban (%)	Tekanan Udara (mBar)
				NO2	SO2				
	Selasa, 22 Agustus 2023	07.00 - 08	10 Menit Pertama	0,9	1,3	0,2	28,5	65,1	747
			10 Menit Kedua	0,9	1,3	0,2	28,5	65,1	747
			10 Menit Ketiga	0,9	1,3	0,2	27,9	65	747
1	Pagi		10 Menit Keempat	0,9	1,3	0,2	27,9	65,1	747
			10 Menit Kelima	1	1,4	0,2	28,2	65,1	747
			10 Menit Keenam	1	1,4	0,2	28,2	65,1	748
		Rata-rata		0,933333333	1,333333333	0,203333333	28,2	65,08333333	747
	Selasa, 22 Agustus 2023	10.30 - 11	10 Menit Pertama	0,9	1,3	0,3	29,1	64,2	745
			10 Menit Kedua	0,9	1,3	0,3	29,1	63,4	745
			10 Menit Ketiga	0,9	1,3	0,3	29,1	64,2	745
2	Siang		10 Menit Keempat	0,9	1,3	0,3	29,4	64	745
			10 Menit Kelima	1	1,4	0,3	29,4	63,4	745
			10 Menit Keenam	1	1,4	0,3	29,4	63,5	745
		Rata-rata		0,933333333	1,333333333	0,25	29,25	63,78333333	745
	Selasa, 22 Agustus 2023	14.30 - 15	10 Menit Pertama	0,9	1,3	0,3	30,1	63,2	745
			10 Menit Kedua	0,9	1,3	0,4	30,1	63,1	745
			10 Menit Ketiga	0,9	1,3	0,5	30,1	63,1	745
3	Sore		10 Menit Keempat	0,9	1,3	0,3	30,4	63,1	745
			10 Menit Kelima	1	1,4	0,3	30,4	63,1	745
			10 Menit Keenam	1	1,4	0,3	30,4	63,1	745
		Rata-rata		0,933333333	1,333333333	0,351771784	30,25	63,11666667	745

Lampiran 4. Data Exel Perhitungan Konsentrasi NO_2

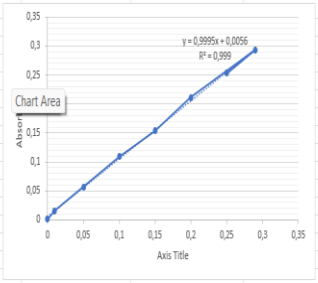
Hasil Sampling Pengukuran NO_2

Lokasi Sampel	Basement Rumah Sakit Panti Rapih	Titik Sampling	1
Koordinat Lokasi	Lat -7,725436° Long 110.399313°	Jumlah Titik Sampling	3
Hari, Tanggal	Selasa, 22 Agustus 2023	Catatan	Paraf
Cuaca	Cerah		
Musim	Kemarau		

No	Jam	Q1 (L/menit)	Q2 (L/menit)	Temperatur Udara (°C)	Tekanan Udara (mmHg)	Nilai Absorbansi	Volume contoh uji udara yang diambil (Nm^3)	Jumlah NO_2 (µg)	Konsentrasi NO_2 (µg/Nm^3)	Konsentrasi NO_2 (ppm)
1	08:45-09:45	0,4	0,4	28,3	747,3	0,124	23,32886	0,13446	2,30552	0,00231
2	11:05-12:05	0,4	0,4	29,6	745,4	0,110	23,16963	0,12026	2,07609	0,00208
3	13:50-14:50	0,4	0,4	30,2	745,6	0,140	23,13001	0,15070	2,60614	0,00261
	Rata-rata			29,36666667	746,1				2,32925	

Kurva kalibrasi

Kode	C std (µg)	Abs
Blanko	0	0,001
Std-1	0,01	0,016
Std-2	0,05	0,057
Std-3	0,1	0,109
Std-4	0,15	0,154
Std-5	0,2	0,211
Std-6	0,29	0,293
Std-7	0,25	0,253



Lampiran 5. Data Exel Perhitungan Konsentrasi SO_2

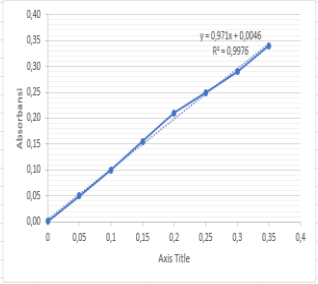
Hasil Sampling Pengukuran SO_2

Lokasi Sampel	Basement Rumah Sakit Panti Rapih	Titik Sampling	2
Koordinat Lokasi	Lat -7,725391° Long 110.39973°	Jumlah Titik Sampling	3
Hari, Tanggal	Selasa 22 Agustus 2023	Catatan	Paraf
Cuaca	Cerah		
Musim	Kemarau		

No	Jam	Q1 (L/menit)	Q2 (L/menit)	Temperatur Udara (°C)	Tekanan Udara (mmHg)	Nilai Absorbansi	Volume contoh uji udara yang diambil (Nm^3)	Jumlah SO_2 (µg)	Konsentrasi SO_2 (µg/Nm^3)	Konsentrasi SO_2 (ppm)
1	09:55-10:55	0,5	0,5	28,3	747,3	0,210	29,16108	0,22101	7,57891	0,00758
2	12:20-13:20	0,5	0,5	29,6	745,4	0,290	28,96204	0,30340	10,47573	0,01048
3	14:55-15:55	0,5	0,5	30,2	745,6	0,250	28,91251	0,26220	9,06887	0,00907
	Rata-rata			29,36666667	746,1				9,04117	

Kurva kalibrasi

Kode	C std (µg)	Abs
Blanko	0	0,00
Std-1	0,05	0,050
Std-2	0,1	0,100
Std-3	0,15	0,155
Std-4	0,2	0,210
Std-5	0,25	0,250
Std-6	0,3	0,290
Std-7	0,35	0,340



Lampiran 6. Dokumentasi Sampling Penelitian





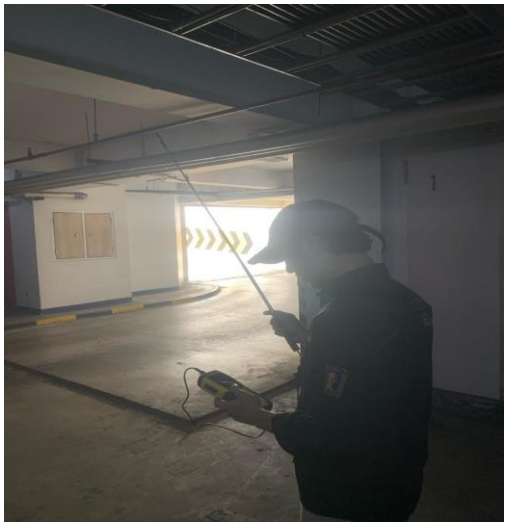

DISPLAY
PRINTER
ESCAPE
ENTER
DOWN
UP
MENU




IMPINGER - 03
FLOW
FLOW
FLOW
FLOW


UII-YOGYAKARTA








MHB-382SD
Humidity / Baro / Temp. DATA RECORDER



