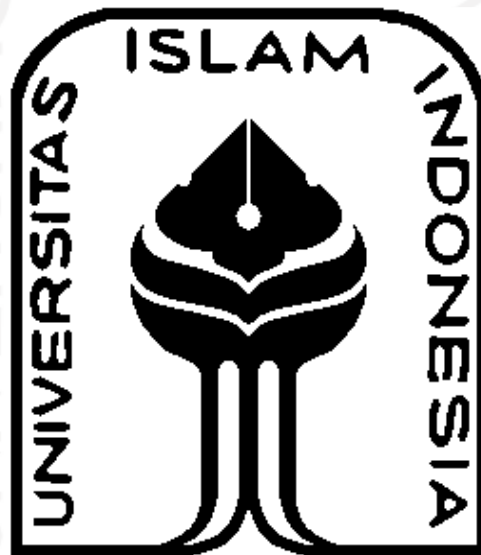


TA/TL/2021/1284

TUGAS AKHIR

**ANALISIS SULFUR DIOKSIDA (SO₂) PADA UDARA AMBIEN DAN
RISIKO TERHADAP KESEHATAN MASYARAKAT DI KABUPATEN
SLEMAN, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**

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



LUTFI PUTRAKORANTO

16513009

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

2021

TUGAS AKHIR

ANALISIS SULFUR DIOKSIDA (SO₂) PADA UDARA AMBIEN DAN RISIKO TERHADAP KESEHATAN MASYARAKAT DI KABUPATEN SLEMAN, PROVINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

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



LUTFI PUTRAKORANTO

16513009

Disetujui,

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

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

NIK. 165131305

Tanggal: 8 April 2021

Elita Nurfitriyani Sulistiyo, ST., M.Sc.,

NIK. 185130402

Tanggal : 9 April 2021

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII



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

NIK. 025100406

Tanggal: 12 April 2021

**ANALISIS SULFUR DIOKSIDA (SO₂) PADA UDARA AMBIEN DAN
RISIKO TERHADAP KESEHATAN MASYARAKAT DI KABUPATEN
SLEMAN, PROVINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Kamis

Tanggal : 8 april 2021


Disusun Oleh:

LUTFI PUTRAKORANTO

16513009

Tim Penguji :

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


(8 April 2021)

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


(9 April 2021)

Ir. Lukman Hakim, S.T., M.Eng.

()

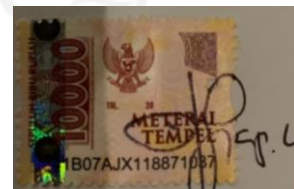
PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

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

Yogyakarta, Agustus 2020

Yang membuat pernyataan,



LUTFI PUTRAKORANTO

NIM: 16513009

ABSTRAK

Gas SO₂ (Sulfur Dioksida), merupakan gas polutan yang banyak dihasilkan dari pembakaran yang banyak dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil yang mengandung unsur belerang seperti minyak, gas, batubara, maupun kokas. Akibat yang ditimbulkan dari pencemaran SO₂ khususnya kepada manusia adalah terjadinya iritasi pada sistem pernafasan. Sulfur Dioksida SO₂ memiliki karakteristik termasuk kedalam gas beracun yang tidak berwarna, tidak mudah meledak, tidak mudah terbakar, memiliki bau yang tajam jika memiliki konsentrasi lebih dari 0.5 ppm, sangat larut dalam air dan menimbulkan rasa jika konsentrasinya rendah. Dari karakteristik yang tidak memiliki warna dan berbau tajam, sulfur dioksida apabila bereaksi dengan uap air di udara akan menjadi H₂SO₄ atau yang lebih sering dikenal dengan hujan asam yang dapat menimbulkan kerusakan baik material, benda, dan tumbuhan. Penelitian ini memiliki tujuan menganalisa konsentrasi SO₂ di wilayah Kabupaten Sleman dengan dibandingkan dengan baku mutu pencemaran udara serta melakukan analisis risiko SO₂ yang dilakukan terhadap pedagang yang berada di titik lokasi penelitian. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan data sekunder studi literatur dan dilakukan penyebaran kuisioner yang diharapkan agar diketahui efek yang terjadi kepada para pedagang. Berdasarkan hasil literatur yang diperoleh Tingkat konsentrasi yang dihasilkan berdasarkan literatur masih berada di bawah ambang batas sebesar 900 µg/m³ dan untuk tingkat risiko yang dihasilkan berdasarkan perhitungan nilai RQ masih berada di dalam kategori aman, dengan hasil nilai sebesar RQ ≤ 1. Hasil penelitian menunjukkan pada perhitungan *realtime* dari 32 orang yang berisiko non karsinogenik tidak menunjukkan RQ > 1. Sedangkan untuk efek non karsinogenik secara *lifetime* terdapat 2 orang berisiko dengan rincian 2 orang didepan PCGKBI Medari Sleman. Dapat disimpulkan bahwa dari 32 orang efek non karsinogenik secara *lifetime* terdapat 2 orang, dan konsentrasi SO₂ pada 1 (satu) lokasi tersebut memiliki risiko, sehingga perlu dilakukan upaya preventif untuk pedagang dan satpam seperti menggunakan masker dan meminimalisir jam kerja dengan melakukan shift jam kerja. Kemudian untuk dinas lingkungan hidup Kabupaten Sleman perlu melakukan penanaman pohon.

Kata kunci: Analisis Risiko Kesehatan, Dampak Sulfur Dioksida, Sulfur Dioksida,

ABSTRACT

SO₂ (Sulfur dioxide), is a pollutant gas that's mostly produced from combustion which is mostly produced from burning fossil fuels which contain sulfur elements such as oil, gas, coal, and coke. The result of SO₂ pollution especially for humans as irritation of the respiratory system. Sulfur dioxide has characteristics including a poisonous gas that is colorless, non explosives, non flammable, has strong odor if it has a concentration of more than 0.5 ppm, is very soluble in water and gives off a taste when the concentration is low. From the characteristics that colorless dan have a pungent odor, sulfur dioxide when it reacts with water vapor in the air will becomed H₂SO₄ or more commonly known as acid rain which can cause damage to both materials, objects, and plants. The effect of SO₂ exposure on metal – based materials is to caused corrosion in these type of materials. The effect of SO₂ gas on plant is also dangerous because with high concentration it can be kills the tissue in the leaves, leaf margins and areas of damaged leaf bones. This study aims to analyze the SO₂ concentration in the Sleman Regency area by comparing it with the quality standart of air pollution and to carry out SO₂ ris analysis for traders who are at the research location. The method used in this study uses secondary data form literature studies and questionnaires are distributed which are expected to know the effects that occur to the traders. Based on the result literature obtained. The concentration level generated based on the literatures is still below the threshold of 900 µg/m³ and for the level of risk generated based on the caculation of the RQ value is still in the safe category, with a value of $RQ \leq 1$.

Keywords: Health Risk Analysis, impact of sulfur dioxide, Sulfur Dioxide.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah, penulis ucapkan puji syukur atas kehadiran Allah SWT atas limpahan Rahmat serta Karunia-Nya kepada kita semua sehingga penulis telah diberi kelancaran dalam penyelesaian penyusunan laporan Tugas Akhir yang memiliki judul **“ANALISIS SULFUR DIOKSIDA (SO₂) PADA UDARA AMBIEN DAN RISIKO TERHADAP KESEHATAN MASYARAKAT DI KABUPATEN SLEMAN, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA ”**

Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini bertujuan agar mendapatkan gelar Sarjana Teknik sebagai syarat akademik bagi Mahasiswa Program Studi S1 Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Dalam penyusunan laporan ini penulis tidak luput dari banyaknya mendapat semangat, bimbingan, dorongan dan dukungan serta bantuan dari berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini perkenankan penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga diberikan kelancaran dan kemudahan dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Orang tua tercinta dan seluruh keluarga tersayang yang selalu memberikan dukungan dengan doa, motivasi, dan kesempatan mendapatkan ilmu.
3. Ibu Fina Binazir Maziya, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing 1 Tugas Akhir.
4. Ibu Elita Nurfitriyani Sulisty, S.T.,M.Sc selaku Dosen Pembimbing 2 Tugas Akhir.
5. Keluarga besar Universitas Islam Indonesia (UII), khususnya teman-teman seperjuangan kami di program studi teknik lingkungan FTSP-UII, atas semua dukungan, semangat, serta kerjasamanya.

Penulis mengharapkan masukan dalam penyusunan laporan ini dikarenakan masih banyak kekurangan dan belum sempurna dalam penulisan. Karena itu kritik positif serta saran yang dapat memberikan masukan sangat diharapkan agar dapat memperbaiki laporan ini dan saling berbagi ilmu. Penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi para pembacanya dan menambah wawasan bagi penulis maupun pembacanya.

Wassalamualaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 11 September 2020



LUTFI PUTRAKORANTO

DAFTAR ISI

Daftar Isi

ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I	15
1.1 LATAR BELAKANG.....	15
1.2 PERUMUSAN MASALAH.....	17
1.3 TUJUAN PENELITIAN	17
1.4 MANFAAT PENELITIAN	17
1.5 RUANG LINGKUP	18
BAB II	19
2.1 Udara	19
2.2 Sulfur Dioksida (SO ₂)	20
2.3 Sumber Pencemaran di Perkotaan.....	21
2.4 Pengambilan Sampel	22
2.5 Dampak Terhadap Kesehatan	23
2.5.1 Pengertian ISPA	23
2.5.2 Klasifikasi ISPA	24
2.6 Ketentuan Teknis Pemantauan Udara Ambien	25

2.6.1	Klasifikasi Lokasi Pemantauan	25
2.6.2	Kriteria penempatan alat pemantau kualitas udara ambien	26
2.7	Analisa resiko.....	27
2.7.1	Analisa Pemajanan	28
BAB III	30
3.1	Diagram Alir Penelitian.....	30
	Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dengan mengikuti diagram alir seperti gambar berikut:	30
3.2	Lokasi dan waktu Penelitian	31
3.3	Populasi dan Sampel	33
3.4	Pengolahan data dan Analisis	35
3.4.1	Analisi Univariat	35
3.4.2	Analisis Bivariat	36
3.4.3	Analisis Resiko	36
3.5	Beban Emisi.....	38
BAB IV	40
4.1	Gambaran Umum Penelitian.....	40
4.1.1	Beban Emisi Kendaraan Kabupaten Sleman	40
4.1.2	Meteorologi.....	47
4.2	Kondisi Kualitas Udara Ambien Untuk Parameter SO ₂	48
4.3	Perbandingan rata – rata Konsentrasi SO ₂ dan Jumlah Kendaraan Bermotor	54
4.4	Meteorologi.....	56
4.4.1	Rekapitulasi faktor meteorologi apa yang paling berpengaruh dengan tingkat konsentrasi SO ₂	60
4.5	Analisa Risiko Terhadap Kesehatan	61

4.6 Pola Paparan.....	61
4.7 Hasil Kuisioner	62
4.7.1 Frekuensi Paparan (f_E)	63
4.7.2 Durasi Paparan (d_t)	64
4.8 Golongan Merokok Pedagang	64
4.9 Keluhan Kesehatan.....	64
4.10 Analisis dosis respon.....	66
4.10.1 Analisis Dosis – Respon Non Karsinogenik Paparan SO_2	66
4.11 Inhalation Rate	67
4.12 Analisis Paparan Sulfur Dioksida (SO_2).....	67
4.12.1 Analisis Paparan SO_2	67
4.12.2 Karakter Risiko (<i>risk characterization</i>)	69
4.12.3 Perhitungan <i>Risk Quotient</i> (RQ) pada individu untuk paparan non karsinogenik.....	70
4.13 Estimasi Risiko Kesehatan Paparan SO_2	71
4.14 Perhitungan Estimasi Risiko Kesehatan Paparan SO_2 menggunakan rata – rata responden berdasarkan titik pemantauan	72
4.15 Manajemen Risiko	3
4.16 Pembahasan	4
4.17 Komunikasi Risiko	6
BAB V	7
5.1 Kesimpulan.....	7
5.2 Saran.....	8
Daftar Pustaka	9

DAFTAR TABEL

Tabel 1 BAKU MUTU UDARA NASINOAL	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2 Tingkat kadar SO ₂ dalam tubuh manusia	24
Tabel 3.1 Populasi Penduduk Kab. Sleman 2016 - 2018	Error! Bookmark not defined.



DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 : Peta lokasi titik sampling SO ₂	50
Gambar 4.14 : Perbandingan Konsentrasi SO ₂ dengan jumlah kendaraan.....	56
Gambar 4.16: Kecepatan angin tahun 2016-2018.....	58
Gambar 4.17 : Kelembapan udara rata-rata.....	59
Gambar 4.18 : Suhu udara rata – rata kabupaten sleman 2016 - 2018.....	60
Gambar 4.19 : rata-rata curah hujan Kab, Sleman 2016 – 2018.....	61
Gambar 4.20 : Rata – rata kelembapan udara Kab Sleman 2016 - 2018.....	61



DAFTAR LAMPIRAN



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Pencemaran udara menghasilkan efek terjadinya perubahan komposisi gas – gas yang berada diudara dari keadaan normalnya. Masuknya konsentrasi atau zat asing yang ada di udara dengan kadar tertentu dan keberadaannya di udara dengan waktu yang lama, menyebabkan kehidupan manusia, hewan dan tumbuhan dapat terganggu. Saat mengalami kondisi seperti itu dapat dikatakan udara sudah tercemar. Kegiatan transportasi meningkat seiring dengan kebutuhan manusia untuk dapat berpindah tempat dalam meaksanakan aktifitasnya, Seluruh kegiatan transportasi pasti membutuhkan bahan bakar yang akan menghasilkan emisi saat digunakan. Di Kawasan perkotaan, kendaraan bermotor merupakan sumber utama dari emisi partikulat dan menyumbang lebih dari 50% emisi partikulat di udara ambien (Srimuruganandam & Nagendra, 2011).

Kabupaten Sleman merupakan salah satu provinsi di Daerah Istimewa Yogyakarta yang dikenal sebagai kabupaten yang memiliki paling banyak terdapat perguruan tinggi, Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kabupaten Sleman (2016). lebih dari 35 universitas, akademi dan sekolah tinggi baik itu negeri maupun swasta. Penggunaan kendaraan motor pribadi dianggap lebih fleksibel dibandingkan dengan menggunakan transportasi umum yang disediakan oleh pemerintah daerah, hal tersebut telah berdampak pada naiknya volume kendaraan, berdasarkan data Dinas Perhubungan DIY pada tahun 2019 rata – rata pertumbuhan kendaraan pribadi motor sebesar 6% dan mobil sebesar 4%. Volume kendaraan yang semakin bertambah tidak diikuti dengan luas jalan yang ada sehingga terjadi penumpukan kendaraan di ruas jalan arteri dan kolektor (Saputri, 2014) sehingga berakibat pada kemacetan lalulintas pada jam – jam tertentu seperti pada pagi hari saat seluruh masyarakat untuk memulai

aktivitas dan pada sore hari pada saat masyarakat menghaii aktivitas, Hal ini terjadi karena kurangnya jumlah petugas lalu lintas terutama di jalan – jalan yang rawan macet (Boediningsih, 2011). Sehingga memberikan dampak paparan pencemaran udara secara langsung dengan kategori sumber bergerak kepada masyarakat pedagang di pinggir jalan dengan intensitas secara terus menerus sehingga meningkatkan resiko gangguan kesehatan.

Senyawa Sulfur Dioksida memiliki sifat tidak memiliki warna serta memiliki aroma menyengat, sehingga ketika terjadi reaksi dengan uap air yang terjadi diudara menghasilkan senyawa H_2SO_4 yang sering disebut sebagai hujan asam. Hujan asam dapat menimbulkan dampak kerusakan baik benda, material, serta mahluk hidup (Suyono, 2014). Sulfur Dioksida (SO_2) merupakan salah satu zat pencemar udara dengan jumlah paling banyak mencapai 18% di dalam udara (Sastrawijaya, 2009). Gas ini memiliki karakteristik tidak berwarna dan berbau tajam, apabila bereaksi dengan uap air di udara akan menjadi H_2SO_4 atau dikenal sebagai hujan asam yang dapat menimbulkan kerusakan baik material, benda, maupun tanaman (Suyono, 2014). Sulfur dioksida berasal dari dua sumber yakni sumber alamiah dan buatan. Sumber – sumber SO_2 alamiah adalah gunung – gunung berapi, pembusukan organik oleh mikroba dan reduksi sulfat secara biologis. Sumber – sumber SO_2 buatan adalah pembakaran bahan bakar minyak, gas dan batubara yang mengandung sulfur tinggi (Slamet, 2009). Dampak negatif dari pencemar tersebut pada manusia ialah iritasi saluran pernafasan dan penurunan fungsi paru dengan gejala batuk, sesak nafas, dan meningkatkan penyakit asma (Muziansyah dkk, 2015).

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis tingkat pencemaran udara di Kabupaten Sleman khususnya salah satu parameter pencemar yaitu SO_2 ditinjau dari baku mutu udara nasional, gambaran kualitas udara ambien di Kabupaten Sleman dengan menggunakan metode pasif *Pararosanilin* berdasarkan data Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Sleman. Analisis Sulfur Diokasida (SO_2) pada udara ini menjadi suatu hal penting karena

apabila kadar SO₂ yang terpapar atau terhirup oleh tubuh melebihi ambang batas maksimal, akan berdampak buruk bagi kesehatan. Sehingga, dari penelitian ini diharapkan melalui Analisis Resiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) nantinya diharapkan dapat diketahui resiko apa yang dapat ditimbulkan akibat paparan pencemar udara Sulfur Dioksida (SO₂) dan manajemen risiko apa yang harus dilakukan untuk menanggulangnya.

1.2 PERUMUSAN MASALAH

1. Bagaimana konsentrasi SO₂ di udara ambien berdasarkan titik pemantauan kualitas udara apabila dibandingkan dengan baku mutu dan Seberapa besar pengaruh risiko gangguan Kesehatan kronis non karsinogenik yang ditimbulkan terhadap pedagang di daerah lokasi titik pemantauan kualitas udara?
2. Berapa besar pengaruh risiko gangguan Kesehatan yang ditimbulkan terhadap penduduk pedagang di daerah lokasi titik pemantauan kualitas udara?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

1. Mengidentifikasi faktor transportasi dan meteorologi yang mempengaruhi tingkat konsentrasi SO₂ di udara ambien.
2. Menganalisis tingkat resiko Kesehatan kronis non karsinogenik yang ditimbulkan pada daerah lokasi titik pemantauan kualitas udara menggunakan simulasi analisis risiko.

1.4 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat penelitian ini adalah :

1. Memberikan informasi bagi masyarakat mengenai tingkat konsentrasi SO₂ di Kabupaten Sleman.
2. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang risiko pencemaran udara yang ditimbulkan akibat pengaruh padatnya kendaraan bermotor terhadap konsentrasi SO₂ di wilayah Kabupaten Sleman.

3. Menjadi bahan evaluasi Langkah apa yang harus dilakukan demi mengurangi dampak Kesehatan bagi masyarakat yang terpapar SO₂.

1.5 RUANG LINGKUP

1. Titik pemantauan dilakukan terhadap 6 titik yang berada di wilayah Kabupaten Sleman meliputi :
 - a) Depan Ruko Janti
 - b) Depan kantor stasiun TVRI
 - c) Simpang Empat Deggung
 - d) Depan Kampus UPN Veteran ring road utara
 - e) Perumahan Fakultas Teknik UGM
 - f) Sebelah timur PC GKBI Medari Sleman
2. Parameter yang diamati
 - a) Gambaran data kualitas udara khususnya parameter SO₂ di kabupaten Sleman berdasarkan data Dinas Lingkungan Hidup Daerah Istimewa Yogyakarta pada tahun 2016 – 2018 dengan menggunakan metode *Parrrosanilin*.
 - b) Sulfur Dioksida (SO₂)
 - c) Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)
3. Metode yang digunakan menggunakan sumber data sekunder yang diperoleh dari Dinas Lingkungan Hidup Daerah Istimewa Yogyakarta dan Badan Pusat Statistik
4. Data primer kuisioner penerima pajanan konsentrasi SO₂ di lapangan berdasarkan titik lokasi sampel pemantau kualitas udara.
5. Data pendukung meteorologi, jumlah kendaraan dan jumlah penduduk berasal dari data Badan Pusat Statistik Kabupaten Sleman, Sleman Dalam Angka.
6. Baku mutu udara yang digunakan adalah Keputusan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta No. 153 Tahun 2002 tentang Baku Mutu Udara Ambien di Daerah Istimewa Yogyakarta.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Udara

Udara adalah campuran dari berbagai gas secara mekanis dan bukan merupakan senyawa kimia. Udara merupakan komponen pembentuk atmosfer bumi, yang membentuk zoon kehidupan pada permukaan bumi. Udara terdiri dari berbagai gas dalam kadar yang tetap pada permukaan bumi. Kecuali gas metana, ammonia, hydrogen sulfida, karbon monoksida dan nitroksida mempunyai kadar yang berbeda beda tergantung daerah / lokasi. Umumnya konsentrasi metana, ammonia, hydrogen sulfida, karbon monoksida sangat tinggi di area rawa – rawa atau industry kimia. Udara merupakan faktor penting dalam kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya, sehingga udara sebagai salah satu komponen lingkungan yang perlu dipelihara dan ditingkatkan kualitasnya sehingga memberikan daya dukungan bagi makhluk hidup untuk hidup secara optimal (Nugroho, 2009).

Pencemaran udara adalah kondisi dimana kualitas udara menjadi rusak dan terkontaminasi oleh zat – zat, baik yang tidak berbahaya maupun yang membahayakan tubuh manusia. Pencemaran udara biasanya terjadi di kota – kota besar dan juga daerah padat industri yang menghasilkan gas – gas yang mengandung zat di atas batas kewajaran. Pada umumnya bahan pencemar udara adalah berupa gas – gas beracun (hampir 90%) dan partikel – partikel zat padat.

Menurut (Wark dan Warner,2007), Pencemaran udara berdasarkan asalnya dikelompokkan menjadi 2 yaitu :

1. Polutan primer adalah polutan yang langsung ditimbulkan dari sumber polusi dan langsung dipancarkan ke atmosfer.
2. Polutan sekunder adalah polutan yang berbentuk saat polutan primer

bereaksi atau berinteraksi dengan material lain di udara dan membentuk polutan lain yang lebih berbahaya

2.2 Sulfur Dioksida (SO₂)

Gas SO₂ memiliki kelarutan yang rendah dalam air dan larut dalam larutan alkali. SO₂ merangsang terjadinya sesak napas dan berbahaya bagi sistem pernapasan manusia (Mukono, 2011). Gas SO₂ memiliki sifat tidak berwarna dan berbau tajam. SO₂ dan dapat menimbulkan hujan asam apabila bereaksi dengan uap air dan menghasilkan H₂SO₄. Gas SO₂ memiliki karakteristik bau tajam, berwarna coklat kemerahan dan berwarna kuning di bawah suhu 21,2°C. Dan memiliki dampak terhadap kesehatan seperti penurunan fungsi paru, sesak napas, bahkan menyebabkan kematian. SO₂ dihasilkan dari pembakaran bahan bakar bensin, pembakaran sampah, dan industri batu bara dari aktivitas manusia (Suyono, 2014). Baku mutu Sulfur Dioksida (SO₂) Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 41 tahun 1999 yang mengatur tentang Baku Mutu Udara Ambien (BMUA) SO₂ Sebesar 900 µg/Nm³ (1jam), 365 µg/Nm³ (24jam), dan 60 µg/Nm³ (1tahun). Nugoho (2005) menyebutkan sumber pencemaran udara dengan istilah faktor internal dan faktor external. Faktor internal terjadi secara alamiah. Sedangkan faktor external merupakan pencemaran udara dapat pula dibagi atas:

1. Sumber bergerak, seperti: Kendaraan Bermotor
2. Sumber Tidak Bergerak, Seperti : industri
3. Sumber titik, Contoh : Cerobong Asap
4. Sumber Area, Contoh; pembakaran terbuka di wilayah pemukiman (Soemirat, 2002).

Tabel 2.1 Baku Mutu Udara Nasional

No.	Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu	Metode Analisis	Peralatan
1	SO ₂	1 Jam	900 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	Pararosanilin	Spektrofotometer

Sumber : PP No 41 Tahun 1999

2.3 Sumber Pencemaran di Perkotaan

Pembangunan yang berkembang pesat dewasa ini, khususnya di sektor industri dan teknologi udara akibat emisi dari proses dan pembakaran bahan bakar. Secara umum penyebab gangguan terhadap kualitas udara ada 2 macam. Pertama karena faktor internal (secara alamiah), seperti debu yang berterbangan akibat tiupan angin, abu (debu) yang dikeluarkan dari letusan gunung berapi berikut gas-gas vulkaniknya, gas yang dihasilkan dari proses pembusukan sampah organik, dan lain-lain. Kedua karena faktor eksternal (karena ulah manusia), seperti hasil pembakaran bahan bakar fosil, Debu/serbuk dari kegiatan industri, dan pemakaian zat-zat kimia yang disemprotkan ke udara (Dewi, 2007).

Transportasi berperan penting dalam proses berkembangnya ekonomi dan berkembangnya masyarakat serta bertumbuhnya industrialisasi. Ekonomi yang semakin meningkat akan menyebabkan ketika negara yang bergantung pada kesediaan sistem angkutan pada negara. Kegiatan transportasi diperlukan supaya tidak terhambatnya kegiatan mobilisasi manusia ataupun barang didalam kegiatan ekonomi. Transportasi darat adalah mode transportasi memiliki berkontribusi paling besar dalam terlaksananya laju ekonomi disuatu daerah. (BPS, 2011).

Meteorologi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas udara di suatu daerah baik perkotaan maupun pedesaan. Berdasarkan sistem pencemaran udara, atmosfer adalah medium penerima dari emisi

sumber pencemar. Menurut Soedomo (2001), atmosfer adalah medium yang memiliki sifat sangat dinamik, dengan ciri sebagai berikut:

1. Dispersi (Penyebaran)
2. Dilusi (Pengenceran)
3. Difusi (Antar molekul gas)
4. Transformasi fisik-kimia dalam proses dan mekanisme kinetika atmosferik

2.4 Pengambilan Sampel

Dalam penelitian ini, tidak dilakukan pengambilan sampel secara langsung atau tidak dilakukannya kegiatan sampling. Data sampel diambil melalui data Dinas Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta. Prosedur pelaksanaan pemantauan SO₂ terdapat didalam Buku Standar Operasional Prosedur (SOP). Pelaksanaan pemantauan SO₂ di Udara Ambien dengan Metode Pasif yang mengacu pada SNI 19-7119.7-2017. Secara garis besar urutan pengambilan sampel sebagai berikut :

Pemilihan Lokasi dan Titik Pengambilan Sampling

Pemilihan lokasi dan titik pengambilan sebagai berikut :

a. Dalam melakukan pemilihan lokasi samping dengan kriteria lokasi sebagai berikut :

1. Transportasi, volume dari jumlah kendaraan pada jalan utama (*protocol*)

2. Industri, dilakukan di Kawasan industri

b. Tahapan dalam pengambilan contoh uji sebagai berikut :

1. Susun peralatan pengambilan contoh uji dan tempatkan pada posisi dan lokasi pengukuran menurut metode penentuan lokasi pengambilan contoh uji pemantauan kualitas udara ambien sesuai SNI 7119.6

2. Masukkan larutan penjerap SO₂ sebanyak 10 mL ke masing-masing botol penjerap. Lindungi botol penjerap dari sinar matahari langsung dengan alumunium foil

3. Hidupkan pompa penghisap udara dan atur kecepatan alir 0,5 l/menit, setelah stabil catat lajur alir awal dan pantau laju alir udara sekurang-kurangnya 15 menit sekali

4. Lakukan pengambilan contoh uji selama 1 jam dan catat temperatur serta tekanan udara

5. Setelah 1 jam matikan pompa penghisap. Diamkan selama 20 menit setelah pengambilan contoh uji untuk menghilangkan pengganggu

2.5 Dampak Terhadap Kesehatan

2.5.1 Pengertian ISPA

ISPA (Infeksi saluran Pernafasan Akut) merupakan penyakit infeksi akut yang menyerang salah satu bagian atau lebih dari saluran pernafasan mulai dari hidung (saluran atas) hingga alveoli (saluran bawah) termasuk jaringan adnesksanya seperti sinus, rongga telinga tengah dan pleuara (Irianto, 2015).

Saluran infeksi pernafasan atas (URIs) adalah penyakit infeksi pada umumnya ditemui. Jenis infeksi ini adalah rhinitis, sinusitis, infeksi telinga, faringitis akut, epilogittis, dan laryngitis. Mayoritas penyebabnya adalah virus (Simoes dkk, 2006).

Infeksi saluran pernafasan bawah (LRIs) umumnya berupa pneumonia dan brokitis. Hal tersebut dapat diketahui dari gejala anak yang batuk dan penarikan nafas yang berat dan dalam (Simoes dkk, 2006)

Knalpot kendaraan bermotor memancarkan beragam polutan, termasuk NO₂ dan SO₂. Paparan NO₂ dan SO₂ dari knalpot kendaraan menembus paru-paru dan menyebabkan peradangan pada sistem pernapasan. Dalam penelitian (De, dkk, 2019) bahwa polusi udara luar

menyumbang 6% dari total beban penyakit di India Tahun 2016. Pencemaran udara terkait lalu lintas sebagai sumber utama pencemaran di Kota Bhopal, India. Para pemilik toko yang bekerja di pinggir jalan menderita morbiditas pernapasan dan risikonya dengan meningkat dengan Periode Paparan yang lebih tinggi.

Tabel 1.2 Tingkat kadar SO₂ dalam tubuh manusia

Kadar SO₂	Satuan	Dampak Terhadap Manusia
3-5	ppm	Kadar minimum yang dapat dideteksi baunya
8-12	ppm	Kadar minimum yang segera memberikan iritasi pada tenggorokan
20	ppm	Kadar minimum yang mengakibatkan iritasi pada mata
50-100	ppm	Kadar maksimum yang diperbolehkan pada paparan yang waktunya singkat (+-30 menit)
400-500	ppm	Sudah berbahaya meskipun dalam paparan waktu yang singkat

(Sumber : Philli Kristanto, *Ekologi Industri, Edisi Pertama cetakan pertama, 2002*)

2.5.2 Klasifikasi ISPA

Klasifikasi penyakit ISPA terdiri dari:

- a. Bukan pneumonia

Mencakup kelompok pasien balita dengan batuk yang tidak menunjukkan gejala peningkatan frekuensi napas dan tidak menunjukkan adanya tarikan dinding dada bagian bawah ke arah dalam.

b. Pneumonia

Didasarkan pada adanya batuk dan susah bernapas. Batas frekuensi napas cepat pada anak berusia dua bulan sampai <1 tahun adalah 50 kali per menit dan untuk anak usia 1 sampai <5 tahun adalah 40 kali per menit.

c. Pneumonia berat

Didasarkan pada adanya batuk dan susah bernapas disertai sesak napas atau tarikan dinding dada bagian bawah ke arah dalam (*chest indrawing*) pada anak berusia dua bulan sampai <5 tahun.

Untuk anak berusia <2 bulan, diagnosis pneumonia berat ditandai adanya napas cepat yaitu frekuensi pernapasan sebanyak 60 kali per menit, atau adanya tarikan yang kuat pada dinding dada bagian bawah ke arah dalam (*severe chest indrawing*).

2.6 Ketentuan Teknis Pemantauan Udara Ambien

Ketentuan dari teknis pemantauan kualitas udara ambien dapat dilihat dari Lampiran VI Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup RI No. 12 Tahun 2010.

2.6.1 Klasifikasi Lokasi Pemantauan

Terdapat prinsip umum penempatan stasiun pemantau kualitas udara yaitu daerah dimana terdapat reseptor yang akan terkena dampak dan pada daerah dimana diperkirakan terdapat sumber dan konsentrasi pencemar yang tinggi. Jenis lokasi pemantauan diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. Pusat kota mempresentasikan pajanan tipikal terhadap populasi akibat kegiatan di pusat kota (contoh : daerah perbelanjaan, perdagangan dan jasa serta daerah public).
- b. Latar kota (urban background) suatu lokasi di daerah perkotaan yang terletak cukup jauh dari sumber pencemar sehingga tidak terkena pengaruh

langsung dan dapat secara umum mempresentasikan kondisi latar kualitas udara perkotaan (contoh : daerah pemukiman)

- c. *Sub urban*, misalnya lokasi yang berada pada daerah pemukiman yang terletak di pinggir kota.
- d. Tepi jalan (*roadside*), lokasi pengukuran pada jarak 1-5 meter dari pinggir jalan raya.
- e. Sisi jalan (*kerbside*), lokasi pengukuran pada jarak 1 meter dari jalan raya.
- f. Industry, lokasi dimana kegiatan industry menjadi sumber yang dominan terhadap total beban polutan.
- g. Pedesaan (*rural*), lokasi pemantauan di wilayah pedesaan dengan kepadatan penduduk yang rendah dan berjarak sejauh mungkin dari lokasi sumber pencemar seperti jalan, industry dan daerah padat penduduk.
- h. Lainnya, pemantauan yang mengarah kepada sumber pencemar tertentu seperti rumah sakit dan TPA.

2.6.2 Kriteria penempatan alat pemantau kualitas udara ambien

Secara umum kriteria penempatan alat pemantauan kualitas udara ambien sebagai berikut :

- a. Area dengan konsentrasi pencemar tinggi. Daerah yang didahulukan untuk dipantau hendaknya daerah-daerah dengan konsentrasi pencemar yang tinggi.
- b. Area dengan kepadatan penduduk tinggi. Daerah-daerah dengan kepadatan penduduk yang tinggi, terutama ketika terjadi pencemaran yang berat.
- c. Di daerah sekitar lokasi penelitian yang diperuntukan untuk Kawasan studi maka stasiun pengambilan contoh uji perlu ditempatkan di sekeliling daerah/kawasan.
- d. Di daerah proyeksi. Untuk menentukan efek akibat perkembangan mendatang di lingkungannya, stasiun perlu juga ditempatkan di daerah-daerah yang diproyeksikan.

- e. Mewakili seluruh wilayah studi harus diperoleh agar kualitas udara di seluruh wilayah dapat dipantau (dievaluasi).
- f. Udara terbuka dengan sudut terbuka 120° terhadap penghalang, antara lain : bangunan dan pohon tinggi.
- g. Ketinggian sampling *inlet* dari permukaan tanah untuk partikel dan gas minimal 2 m.
- h. Jarak minimal alat pemantau kualitas udara dari sumber emisi terdekat adalah 20 m.
- i. Untuk industri, penetapan lokasi sampling mengacu pada Keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Nomor 205 Tahun 1996 tentang Pedoman Teknik Pengendalian Pencemaran Udara dari sumber tidak bergerak.

2.7 Analisa resiko

ARKL merupakan pendekatan yang digunakan untuk melakukan penilaian risiko Kesehatan di lingkungan dengan hasil akhir adalah karakterisasi risiko (dinyatakan sebagai dengan tingkat resiko) yang menjelaskan apakah agen resiko/parameter lingkungan beresiko terhadap Kesehatan masyarakat atau tidak. Selanjutnya hasil ARKL akan dikelola dan dikomunikasikan kepada masyarakat sebagai tindak lanjutnya. Keberadaan partikulat di udara secara potensial menyebabkan kerugian diantaranya terhadap paru – paru, mereduksi jara penglihatan, mereduksi radiasi matahari, meningkatkan kemungkinan presipitasi, dll. Besarnya efek yang ditimbulkan oleh partikulat merupakan fungsi dari rata – rata ukuran partikulat di udara, konsentrasi partikel serta komposisi fisika dan kimia partikel udara. Sehingga analisis resiko adalah sebuah proses untuk mengedalikan situasi atau keadaan dimana organisme, sistem, atau populasi mungkin terpajan bahaya. Proses *risk analysis* meliputi 3 komponen yaitu *risk assessment*, pengelolaan risiko, dan komunikasi risiko. (Alfiah,2009)

2.7.1 Analisa Pemajanan

WHO (2004) mendeskripsikan bahwa analisis risiko merupakan suatu proses yang memiliki tujuan untuk melakukan perhitungan atau memperkirakan risiko terhadap organisme yang memiliki sasaran untuk diuji, substansi populasi, dan mengidentifikasi ketidakpastian dari data tersebut, setelah terpajan oleh agent tertentu, diperhatikan karakteristik agen yang menjadi sistem sasaran yang spesifik dan menjadi perhatian.

Analisis pemajanan perlu memperhatikan semua rute (*inhalasi*, *ingesti* dan *absorpsi*) dan media (udara, air, tanah, makanan, minuman) agar *total intake* bisa dihitung. Analisis rute pajanan biasanya menghasilkan *critical pathway*, yaitu jalur pemajanan yang dominan. *Pathway* ini menyangkut *media lingkungan* apa yang menjadi wahana *risk agent* itu dan dengan cara apa zat itu masuk ke dalam tubuh. Sekali *critical pathway* ditemukan, jalur lain kemungkinan kontribusinya kecil dan boleh jadi bisa diabaikan. Perhitungan *intake* membutuhkan nilai *default* beberapa variabel faktor pemajanan.

$$I = \frac{C \times R \times t_E \times f_E \times D_E}{W_b \times t_{avg}} \quad (2.1)$$

Keterangan :

I : *Intake* (mg/kg/hari)

C : Nilai konsentrasi *risk agent*, mg/m³ media udara, mg/L media air minum, mg/kg media makanan.

R : Laju asupan atau konsumsi, m³/jam untuk *inhalasi*, L/hari untuk air minum, g/hari untuk makanan

t_E : Waktu lama pajanan

f_E : Frekuensi lama pajanan

D_t : Durasi lama pajanan

W_b : Berat badan responden

t_{avg} : Lama waktu rata-rata

Waktu pajanan (t_E) harus digali dengan cara menanyakan berapa lama kebiasaan responden sehari-hari berada di jalan raya untuk melakukan aktifitas diluar ruangan. Demikian juga untuk frekuensi pajanan (f_E), kebiasaan apa yang dilakukan setiap tahun meninggalkan tempat mukim seperti pulang kampung, mengajak anak berlibur ke rumah orang tua, rekreasi dan sebagainya dalam hitungan hari. Untuk durasi pajanan (D_i), harus diketahui berapa lama sesungguhnya (*real time*). Selain durasi pajanan *lifetime*, durasi *pajanan real time* penting untuk dikonfirmasi dengan studi epidemiologi kesehatan lingkungan (EKL) apakah estimasi risiko kesehatan sudah terindikasikan (ATSDR, 2005).

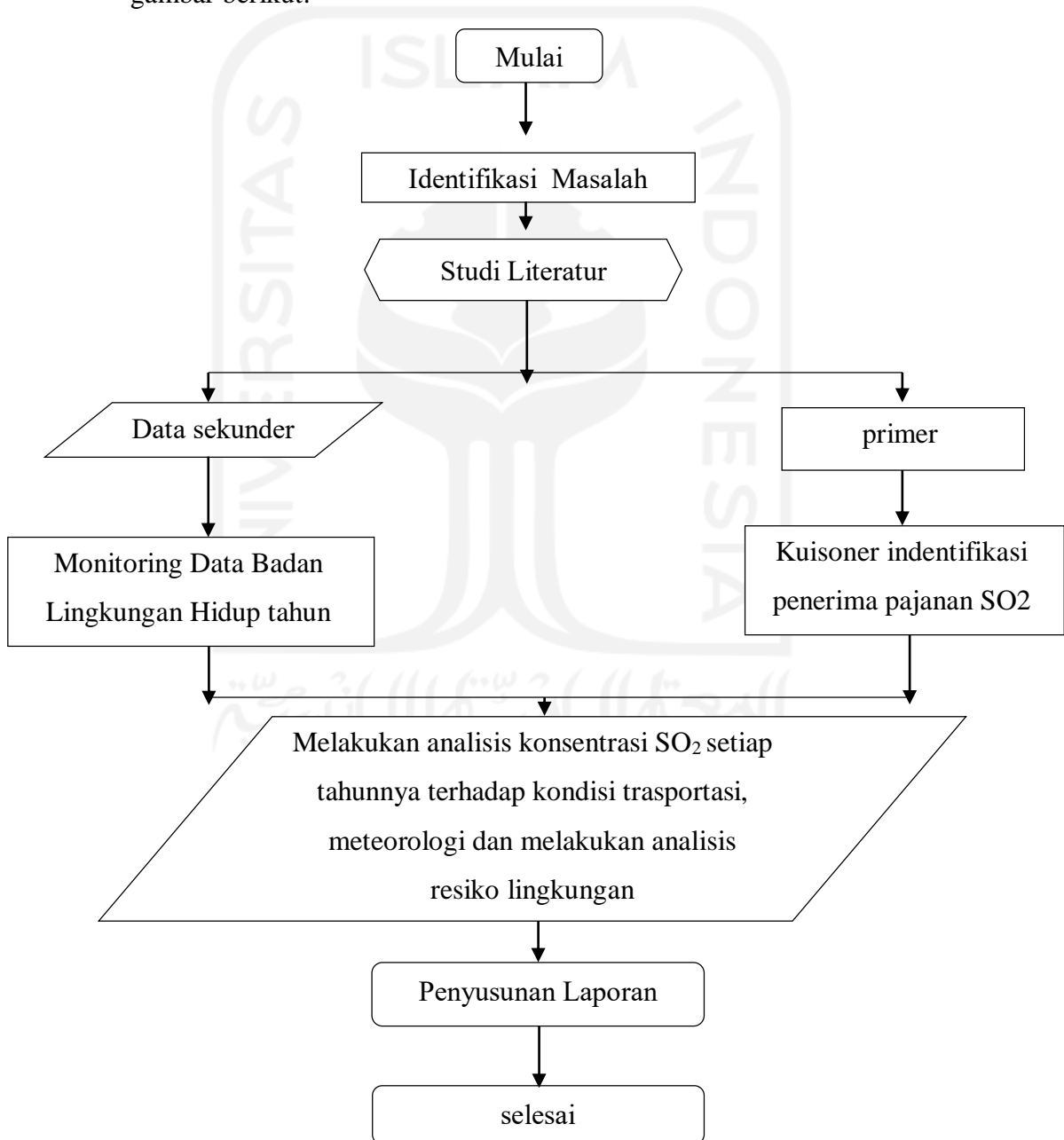


BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dengan mengikuti diagram alir seperti gambar berikut:



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.2 Lokasi dan waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Sleman yang terletak secara astronomis terbentang di antara $7^{\circ}46'59.6''\text{S}$ $110^{\circ}24'35.6''$ Bujur Timur sampai $7^{\circ}40'50.2''\text{S}$ $110^{\circ}20'19.2''$ Lintang Barat dengan ketinggian dengan ketinggian rata - rata 120 m diatas permukaan laut. Dengan menggunakan data sekunder yang dilakukan oleh Badan Lingkungan Hidup DIY dan Badan Pusat Statistik Kabupaten Sleman.

Lokasi sampling akan dilakukan di beberapa titik yang ada di kabupaten sleman yang memiliki kepadatan jumlah kendaraan yang termasuk wilayah *sampling* dalam kegiatan pemantauan SO_2 dengan metode pasif yang dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Sleman tahun 2016-2018. Dalam penelitian ini akan digunakan metode *parorosanilin* dalam pengujiannya. diesuaikan dengan lokasi pemantauan udara Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Sleman Pada tahun 2016 hingga 2018. Lokasi penelitian dilakukan sesuai dengan data dari Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Sleman pada tahun 2016 – 2018. Berikut beberapa titik lokasi yang dilakukan pengujian :

1. Depan Ruko Janti, Lokasi berada di Jl. Prambanan
2. Depan kantor stasiun TVRI, lokasi berada di jalan magelang
3. Simpang Empat Deggung , Beran, lokasi berada di jalan magelang
4. Depan Kampus UPN Veteran ring road utara, lokasi berada di Jl. Ring Road utara
5. Perumahan Fakultas Teknik UGM, lokasi berada di Jl seturan
6. Sebelah timur PC GKBI Medari Sleman. Lokasi berada di Jl magelang Km 14.

Tabel 3.1 Titik Penelitian

No	Titik Pemantauan	Kode	Koordinat
1	Depan Ruko Janti	T1	7°46'59.6"S 110°24'35.6"E
2	Depan Kantor Stasiun TVRI	T2	7°45'54.8"S 110°21'42.2"E
3	Simpang Empat Deggung	T3	7°43'18.3"S 110°21'40.6"E
4	Depan Kampus UPN Veteran	T4	7°45'49.8"S 110°24'41.3"E
5	Perumahan Fakultas Teknik UGM	T5	7°45'57.8"S 110°24'38.1"E
6	Depan GKBI Medari	T6	7°40'50.2"S 110°20'19.2"E

- a. Depan Ruko Janti, dengan kode sampel T1. T1 merupakan titik yang berada di wilayah kecamatan Depok. Titik tersebut merupakan lokasi yang padat karena berada di kawasan pertokoan. Selain itu depan Ruko Janti juga berdekatan dengan perkantoran dan daerah rawan kemacetan.
- b. Depan Kantor Stasiun TVRI, dengan kode sampel T2. T2 merupakan titik yang berada di wilayah kecamatan Mlati. Titik tersebut merupakan lokasi yang padat karena berada di kawasan pertokoan dan perkantoran.
- c. Simpang Empat Deggung, dengan kode sampel T3. T3 merupakan titik yang berada di wilayah kecamatan Sleman. Titik tersebut merupakan lokasi yang padat karena di kawasan pertokoan dan perkantoran.
- d. Depan Kampus UPN Veteran, dengan kode sampel T4. T4 merupakan titik yang berada di wilayah kecamatan Depok. Titik tersebut merupakan lokasi yang padat karena berada di kawasan lalu lintas yang padat dan kawasan perkantoran.
- e. Perumahan Fakultas Teknik UGM, dengan kode sampel T5. T5 merupakan titik yang berada di wilayah kecamatan Caturtunggal. Titik tersebut merupakan lokasi yang padat karena berada di kawasan pertokoan yang padat.
- f. Depan GKBI Medari, dengan kode sampel T5. T5 merupakan titik yang berada di wilayah kecamatan Sleman. Titik tersebut merupakan lokasi yang padat karena berada di kawasan pertokoan dan kawasan lalu lintas yang padat. karena merupakan jalur utama antar provinsi dari dan menuju Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta

Terpilihnya 6 titik pemantauan di Kabupaten Sleman dikarenakan lokasi tersebut yang memiliki hasil tingkat pencemaran yang tinggi serta memiliki data paling lengkap. Sehingga diharapkan dapat mempermudah peneliti dalam mengolah data penelitian SO₂ di Kabupaten Sleman, lokasi – lokasi pemantauan tersebut masuk kedalam 3 kecamatan berbeda yaitu kecamatan Sleman, Depok, dan Mlati.

Pada penelitian ini peneliti berfokus pada beberapa titik pemantauan yang telah ditentukan. Titik pertama berada di depan kampus UPN Veteran dengan sasaran petugas satpam yang bekerja di kampus tersebut, selanjutnya pada titik stasiun TVRI menasar pada pedagang di sekitar dan tukang parkir, Selanjutnya untuk titik pantau lokasi simpang empat dengung menasar pada pos pantau polisi. Pada titik pemantauan dilokasi perumahan fakultas Teknik UGM menasar pada satpam yang bertugas pada perumahan tersebut, Selanjutnya pada lokasi ruko di daerah Janti menasar pada petugas parkir dan petugas satpam, dan titik pemantauan terakhir berada di depan gereja GKBI Medari Sleman yang menasar pada pedagang yang berjualan di depan gereja tersebut.

3.3 Populasi dan Sampel

Populasi dari penelitian ini terdiri dari pedagang yang berada pada lokasi penelitian. Pemilihan responden berdasarkan dari survey lapangan dimana responden yang dipilih adalah responden yang terpapar langsung oleh sumber dari pajanan SO₂. Hal tersebut berdasarkan dari identifikasi lapangan yaitu pedagang yang berjualan secara terbuka atau *outdoor* dan jarak dari sumber pajanan SO₂ ke pedagang yang terdekat. Hal tersebut dikarenakan penelitian ini dilakukan menggunakan metode uji roadside. Pemilihan lokasi berdasarkan dari kepadatan kawasan tersebut dan kepadatan lalu lintas di kawasan tersebut. Lokasi pertama berada pada simpang empat dengung dengan populasi yang diambil dengan radius 40m dari lampu merah simpang dengung kearah Selatan dan 100m kearah lapangan dengung, dilakukan pemantauan tersebut

dikarenakan volume kendaraan pada radius tersebut tergolong padat dan banyak terdapat pedagang yang berjualan pada sisi jalan secara *outdoor*. Sehingga pedagang pada lokasi tersebut terpapar langsung oleh pajanan SO₂ yang diakibatkan oleh emisi yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor. Selanjutnya untuk lokasi depan kantor stasiun TVRI populasi yang diambil dengan jarak radius 200m. hal tersebut berdasarkan kepadatan pedagang yang berjualan secara *outdoor* secara *roadside* sejauh 200m, selain itu pada jam tertentu terjadi kenaikan volume kendaraan yang menyebabkan meningkatnya emisi yang dihasilkan sehingga pedagang yang berjualan pada pinggir jalan dapat terpapar langsung oleh paparan SO₂. Pada lokasi perumahan fakultas Teknik UGM populasi diambil dengan jarak radius 110m dari titik lokasi kearah selatan. Hal tersebut di sebabkan pada radius tersebut banyak pedagang yang berjualan secara *outdoor* dan lokasinya berada pada *roadside*, sehingga pedagang dengan radius tersebut dapat berpotensi menerima paparan pajanan SO₂ akibat emisi dari kendaraan yang melintasi lokasi tersebut. Untuk lokasi depan ruko janti radius untuk populasi yang diambil dengan jarak 100m dari titik lokasi, hal tersebut berdasarkan radius pedagang yang berjualan pada *roadside* sebatas jarak 100m. lokasi selanjutnya berada di depan kampus UPN Veteran yang mengambil populasi dengan radius sepanjang 180m. hal tersebut berdasarkan banyaknya pedagang yang berjualan sejauh radius tersebut dan jarak pedagang yang berjualan *roadside* hanya sejauh 2m sehingga menimbulkan resiko terpaparnya pedagang dengan emisi gas buang yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor mengingat padatnya lalu lintas disekitar lokasi kampus UPN Veteran terhadap pajanan SO₂. Lokasi terakhir bearada didepan GKBI Medari untuk populasi diambil radius sejauh 140m kearah selatan. Hal tersebut berdasarkan kondisi di lapangan banyak pedagang yang melakukan kegiatan berdagang secara *roadside* dan hanya berjarak 1,5m dari jalan raya. Pada lokasi tersebut merupakan jalan utama lintas provinsi sehingga aktivitas beragam jenis kendaraan bermotor dan kendaraan berat cenderung padat, sehingga meningkatkan risiko pajanan SO₂ akibat emisi gas buang yang dihasilkan oleh

aktivitas kendaraan bermotor. Jumlah populasi dari penelitian ini untuk seluruh lokasi berjumlah 45 orang. Sampel yang diambil menggunakan rumus perhitungan *slovin*. Jumlah tersebut didapat berdasarkan dari survey lapangan yang telah dilakukan dengan mengidentifikasi kondisi eksisting lapangan dan sumber pajanan beserta subjek yang terpapar oleh pajanan SO₂. Para pedagang diberi kuisisioner untuk kelengkapan dari data primer. Selain itu juga data sekunder menggunakan hasil konsentrasi SO₂ Kabupaten Sleman yang didapatkan dari hasil pemantauan Badan Lingkungan Hidup Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Berikut merupakan contoh perhitungan *slovin* untuk lokasi perumahan fakultas teknik UGM :

$$n = \frac{N}{1 + N(e)^2}$$

$$n = \frac{6}{1 + 6x(0,05)^2} = 5,9 = 6$$

Keterangan:

- n : Jumlah sampel
- N : Besar/ jumlah populasi
- e : Batas toleransi kesalahan (*error tolerance*)

3.4 Pengolahan data dan Analisis

3.4.1 Analisi Univariat

Pada analisis univariat, data analisis univariat diperoleh dari hasil pemantauan SO₂ di udara ambien menggunakan metode pasif. Data yang digunakan hanya pada satu tahap. Pengelolaan data dilaksanakan dengan menggunakan program komputer yang sesuai standar. Data analisis ditampilkan pada bentuk tabel, selanjutnya akan dibandingkan dengan Keputusan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta No 153 Tahun 2002 tentang baku mutu udara ambien di Daerah Istimewa

Yogyakarta kemudian diinterpretasikan dalam bentuk diskripsi terkait kondisi lokasi.

3.4.2 Analisis Bivariat

Analisis ini digunakan untuk dalam menentukan perbedaan antara konsentrasi SO₂ yang dihasilkan dari area yang merupakan sumber pencemar. Area tersebut terdiri dari area industry, pemukiman, pemukiman komersial, dan transportasi. Kemudian dilakukan uji normalitas terhadap data untuk mengetahui kenormalan data.

3.4.3 Analisis Resiko

Penelitian ini dilakukan dengan studi analisis risiko kesehatan lingkungan (ARKL) yang digunakan untuk memperkirakan risiko yang diakibatkan oleh pajanan SO₂ di lingkungan tersebut.

Karakteristik risiko dinyatakan dengan tingkat risiko (Risk Quotient) merupakan pembagian antara asupan inhalasi (I) dan *reference concentration* (RfC). Selain itu untuk menentukan asupan inhalasi dibutuhkan juga parameter antropometri (berat badan dan laju inhalasi), pola aktivitas (waktu, frekuensi dan durasi pajanan) dan sebagainya. Tingkat risiko dihitung dengan persamaan 1 dan asupan inhalasi (I) dihitung dengan menggunakan persamaan 2 (Louvar, 1998).

$$I = \frac{C \times R \times t_E \times f_E \times D_E}{W_b \times t_{avg}}$$

Tabel 3.2 jenis sumber data

no	Simbol	Keterangan	Nilai	Jenis data	Sumber
1	I	Asupan (intake), (mg/kg/hari)	perhitungan	primer	perhitungan
2	C	Konsentrasi <i>risk agent</i> , (m ³ /jam) untuk medium udara	konsentrasi SO ₂	sekunder	Badan lingkungan hidup D.I.Y
3	R	Laju Asupan (m ³ /jam)	0,83 m ³ /jam	sekunder	Nukman dkk, 2005
	tE	Pedagang	10 jam	primer	Paderi, 2008

no	Simbol	Keterangan	Nilai	Jenis data	Sumber
4	t _E	Satpam	8 jam	primer	Ramadhona, 2014
	f _E	Frekuesni pajanan	350	sekunder	US.EPA
5	D _t	Durasi pajanan, (tahun) (30 tahun untuk nilai <i>default residensial</i>)	30	sekunder	kolluru dkk., 1996
6	W _b	Berat Badan (kg)	55	Primer	US.EPA
7	t _{avg}	periode waktu rata - rata (D _t x 365 hari/tahun untuk zat non karsinogenik	10950	sekunder	US.EPA
8	R _{fC}	Reference of Concentration	0,014	sekunder	US. EPA

Keterangan :

I : Asupan (*intake*), mg/kg/hari

C : Konsentrasi *risk agent*, mg/m³ untuk medium udara, mg/L untuk air minum, mg/kg untuk makanan atau pangan.

R : Laju asupan atau konsumsi, m/jam untuk inhalasi, L/hari untuk air minum, g/hari untuk makanan

t_E : Waktu pajanan

f_E : Frekuensi pajanan

D_t : Durasi pajanan, tahun (*real time* atau proyeksi, 30 tahun untuk nilai default residensial)

W_b : Berat badan

t_{avg} : Periode waktu rata-rata (D_t x 365 hari/tahun untuk zat nonkarsinogen, 70 tahun x 365 hari/tahun untuk zat karsinogen)

Kesimpulan: R>1= berisiko terhadap kesehatan; R<1 = tidak berisiko terhadap kesehatan

Karakteristik Risiko Karakteristik risiko kesehatan dinyatakan sebagai Risk

Quotient (RQ, tingkat risiko) untuk efek-efek nonkarsinogenik dan *Excess Cancer Risk* (ECR) untuk efek-efek karsinogenik . RQ dihitung dengan membagi asupan nonkarsinogenik (Ink) risk agent dengan RfD atau RfC-nya (ATSDR 2005)

$$RQ = \frac{Ink}{Rfd \text{ atau } RfC}$$

$$Rfd/RfC = \frac{C \times R \times f \times Dt}{Wb \times Tavg}$$

Baik Ink maupun RfD atau RfC harus spesifik untuk bentuk spesi kimia risk agent dan jalur pajanannya. Risiko kesehatan dinyatakan ada dan perlu dikendalikan jika $RQ > 1$. Jika $RQ \leq 1$, risiko tidak perlu dikendalikan tetapi perlu dipertahankan agar nilai numerik RQ tidak melebihi 1 (Rahman 2007).

3.5 Beban Emisi

Mengacu pada peraturan pemerintah No.41 Tahun 1999, emisi adalah zat yang dihasilkan dalam suatu kegiatan yang masuk atau dimasukkannya ke dalam udara ambien sehingga mempunyai potensi sebagai salah satu unsur pencemar di udara. Evaluasi tentang tingkatan kualitas udara di suatu wilayah perlu dipahami secara baik dan benar, baik dari segi kuantitas maupun karakteristik emisi. Emisi yang keluar dari proses kegiatan dihubungkan dengan jenis dan banyaknya polutan yang dikeluarkan untuk menjadi suatu indikator dari kapasitas produksi, banyak dan jenis bahan bakar yang terpakai, serta jarak tempuh kendaraan. Sumber emisi lain yang berkontribusi sebagai sumber emisi antara lain seperti aktifitas industri dan aktifitas permukiman (Liu, 2009).

$$E = \text{Volume Kendaraan} \times \text{VKT} \times \text{FE} \times 10^{-6}$$

Dimana:

E : Beban Emisi Kendaraan (ton/tahun)

Vol.Kendaraan: Jumlah Kendaraan (kendaraan/tahun)

VKT : Total Panjang Perjalanan Kendaraan (km)

Fe : Faktor Emisi (g/km/kendaraan).



BAB IV

HASIL PEMBAHASAN DAN ANALISIS DATA

4.1 Gambaran Umum Penelitian

Dalam penelitian ini menggambarkan kualitas udara ambien di Kabupaten Sleman berdasarkan data Dinas Lingkungan Hidup dari tahun 2016 hingga 2018 dengan melihat konsentrasi SO_2 yang memenuhi baku mutu udara ambien sesuai dengan PP No. 41 tahun 1999. Kandungan zat pencemar yang berada di udara dapat disebabkan oleh aktivitas dari asap kendaraan bermotor dan kegiatan industri yang menyebabkan terjadinya penurunan kualitas udara.

Titik lokasi pemantauan berada di Kabupaten Sleman dengan jumlah titik pemantauan sebanyak 6 titik pemantauan yang memiliki kepadatan penduduk serta lalu lintas kendaraan yang berada di didalam wilayah sampling pemantauan SO_2 dengan menggunakan metode pasif yang dilakukan oleh Badan Lingkungan Hidup Daerah Istimewa Yogyakarta pada tahun 2016 hingga 2018.

Pada pelaksanaan pemantauan kualitas udara ambien ini terdiri dari 6 titik yang berada dalam wilayah Kabupaten Sleman. Berdasarkan kondisi dilapangan 6 titik lokasi pengambilan sampel tersebut termasuk Kawasan padat penduduk yang berdampingan dengan kepadatan pertokoan, mall, kantor dan daerah rawan dengan kemacetan transportasi.

Dalam penelitian ini digunakan juga metode analisis risiko dan dilakukan juga prakiraan dari risiko SO_2 secara numerik apakah konsentrasi SO_2 di udara ambien mempengaruhi dalam Kesehatan.

4.1.1 Beban Emisi Kendaraan Kabupaten Sleman

Berdasarkan dari jumlah kendaraan yang diambil dari Badan Pusat Statistika Kabupaten Sleman dari tahun 2016 hingga 2018 mengalami peningkatan dan

penurunan. Untuk beban emisi yang digunakan merupakan emisi kendaraan karena sampling dilakukan di tepi jalan :

Tabel 4.3 Sumber referensi Parameter beban emisi

No	Parameter	Sumber
1	Volume kendaraan	BPS Kab. Sleman
2	Total Panjang jalan (km)	BPS Kab. Sleman
3	Faktor Emisi	Suhadi dan Febriana 2013

Perhitungan dilakukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$E = \text{Volume Kendaraan} \times \text{VKT} \times \text{FE} \times 10^{-6}$$

Dimana:

E : Beban Emisi Kendaraan (ton/tahun)

Vol.Kendaraan: Jumlah Kendaraan (kendaraan/tahun)

VKT : Total Panjang Perjalanan Kendaraan (km)

Fe : Faktor Emisi (g/km/kendaraan)

Contoh Perhitungan :

$$E (\text{mobil}) = \text{Volume Kendaraan} \times \text{VKT} \times \text{FE} \times 10^{-6}$$

$$E (\text{mobil}) = 182.425 \times 899,59 \times 0,026 \times 10^{-6}$$

$$E (\text{mobil}) = 3.3 \text{ ton/tahun}$$

Untuk data perhitungan secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 4.4Beban Emisi Kendaraan Kabupaten Sleman

No	jumlah kendaraan	Faktor Emisi (FE)			Beban Emisi (E) (2016)	Beban Emisi (E) (2017)	Beban Emisi (E) (2018)	
		2016 (Unit)	2017 (unit)	2018 (unit)				
1	Mobil (Campur)	182425	13405	12645	0,026	3,3	0,2	0,3
2	Bus/Microbus	7384	99	168	0,93	4,8	0,1	0,1
3	Kendaraan Khusus/Truk	4196	1471	516	0,82	2,4	0,8	0,3
4	Sepeda Motor	735734	39484	40740	0,008	4,1	0,2	0,2
Total		929739	54459	54069		14,6	1,4	0,9



No	Lokasi	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan (Unit)
1	Depan Ruko Janti	Mobil (campur)	2758
		Bus/Microbus	33
		Truk	25
		Sepeda Motor	8845
2	Depan Kantor Stasiun TVRI	Mobil (campur)	2255
		Bus/Microbus	39
		Truk	29
		Sepeda Motor	6384
3	Simpang Empat Deggung	Mobil (campur)	2555
		Bus/Microbus	48
		Truk	35
		Sepeda Motor	8666
4	Depan Kampus UPN Veteran	Mobil (campur)	2684
		Bus/Microbus	18
		Truk	20
		Sepeda Motor	7824
5	Perumahan Teknik Fakultas UGM	Mobil (campur)	2087
		Bus/Microbus	21
		Truk	16
		Sepeda Motor	6409
6	Depan GKBI Medari	Mobil (campur)	1763
		Bus/Microbus	34
		Truk	36
		Sepeda Motor	5666

Sumber: Data Primer 2021

Dari tabel diatas dapat dilihat terjadi penurunan rata – rata jumlah emisi gas buang pada setiap tahunnya. Hal ini dapat terjadi dikarenakan penerapan teknologi *catalytic convertor*. Katalik convetor merupakan alat yang diletakan di intake manifold sistem yang berfungsi mereaksikan gas-gas buang yang berbahaya melalui reaksi kimia sehingga nantinya gas-gas tersebut akan berubah menjadi gas yang tidak berbahaya bagi lingkungan (Ali mohktar 2018). teknologi tersebut mulai diterapkan pada

kendaraan bermotor yang di produksi pada rentan tahun 2007 – sekarang, sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Yuliasuti, (2008), bahwa ia lebih menitik beratkan polusi udara yang disebabkan karena adanya emisi gas buang kendaraan bermotor di pusat aktivitas masyarakat. Sedangkan beban emisi setiap lokasi dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 4.5 Beban Emisi Kendaraan di Depan Ruko Janti

No	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Faktor Emisi (FE)	Beban Emisi (E)
		(Unit)		
1	Mobil (campur)	2758	0,026	0,005
2	Bus/Microbus	33	0,93	0,002
3	Truk	25	0,82	0,001
4	Sepeda Motor	8845	0,008	0,004
Total				0,012

Sumber: Data primer 2021

Tabel 4.6 Beban Emisi Kendaraan di Depan Kantor Stasiun TVRI

No	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Faktor Emisi (FE)	Beban Emisi (E)
		(Unit)		
1	Mobil (campur)	2255	0,026	0,012
2	Bus/Microbus	39	0,93	0,007
3	Truk	29	0,82	0,005
4	Sepeda Motor	6384	0,008	0,010
Total				0,034

Sumber: Data primer 2021

Tabel 4.7 Beban Emisi Kendaraan di Simpang Empat Deggung

No	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Faktor Emisi (FE)	Beban Emisi (E)
		(Unit)		
1	Mobil (campur)	2555	0,026	0,014
2	Bus/Microbus	48	0,93	0,009
3	Truk	35	0,82	0,006
4	Sepeda Motor	8666	0,008	0,014
Total				0,043

Sumber: Data primer 2021

Tabel 4.8 Beban Emisi Kendaraan di Depan Kampus UPN Veteran

No	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Faktor Emisi (FE)	Beban Emisi (E)
		(Unit)		
1	Mobil (campur)	2684	0,026	0,019
2	Bus/Microbus	18	0,93	0,005
3	Truk	20	0,82	0,004
4	Sepeda Motor	7824	0,008	0,017
Total				0,045

Sumber: Data primer 2021

Tabel 4.9 Beban Emisi Kendaraan di Perumahan Fakultas Teknik UGM

No	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Volume Kendaraan	Faktor Emisi (FE)	Beban Emisi (E)
		(Unit)			
1	Mobil (campur)	12645	0,139	0,026	0,0
2	Bus/Microbus	168	0,139	0,93	0,0
3	Truk	516	0,139	0,82	0,0
4	Sepeda Motor	40740	0,139	0,008	0,0
Total					0,0

Sumber: Data primer 2021

Tabel 4.10 Beban Emisi Kendaraan di Depan GKBI Medari

No	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Faktor Emisi (FE)	Beban Emisi (E)
		(Unit)		
1	Mobil (campur)	1763	0,026	0,012
2	Bus/Microbus	34	0,93	0,008
3	Truk	36	0,82	0,000
4	Sepeda Motor	5666	0,008	0,000
Total				0,020

Sumber: Data primer 2021

Tabel 4.11 Rekapitulasi Beban Emisi pada setiap titik lokasi pemantauan udara ambien

No	Lokasi	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan (Unit)	Volume Kendaraan	Faktor Emisi (FE)	Beban Emisi (E)	Total
1	Depan Ruko Janti	Mobil (campur)	2758	0,063	0,026	0,005	0,012
		Bus/Microbus	33	0,063	0,93	0,002	
		Truk	25	0,063	0,82	0,001	
		Sepeda Motor	8845	0,063	0,008	0,004	
2	Depan Kantor Stasiun TVRI	Mobil (campur)	2255	0,199	0,026	0,012	0,034
		Bus/Microbus	39	0,199	0,93	0,007	
		Truk	29	0,199	0,82	0,005	
		Sepeda Motor	6384	0,199	0,008	0,010	
3	Simpang Empat Dunggu	Mobil (campur)	2555	0,204	0,026	0,014	0,043
		Bus/Microbus	48	0,204	0,93	0,009	
		Truk	35	0,204	0,82	0,006	
		Sepeda Motor	8666	0,204	0,008	0,014	

No	Lokasi	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan (Unit)	Volume Kendaraan	Faktor Emisi (FE)	Beban Emisi (E)	Total
4	Depan Kampus UPN Veteran	Mobil (campur)	2684	0,256	0,026	0,019	0,045
		Bus/Microbus	18	0,256	0,93	0,005	
		Truk	20	0,256	0,82	0,004	
		Sepeda Motor	7824	0,256	0,008	0,017	
5	Perumahan Teknik Fakultas UGM	Mobil (campur)	2087	0,139	0,026	0,010	0,028
		Bus/Microbus	21	0,139	0,93	0,004	
		Truk	16	0,139	0,82	0,004	
		Sepeda Motor	6409	0,139	0,008	0,010	
6	Depan GKBI Medari	Mobil (campur)	1763	0,256	0,026	0,012	0,020
		Bus/Microbus	34	0,256	0,93	0,008	
		Truk	36	0,256	0,82	0,000	
		Sepeda Motor	5666	0,256	0,008	0,000	

Sumber : data primer 2021

Perhitungan beban emisi diatas dengan menggunakan faktor emisi di gunakan agar mengetahui beban emisi yang dihasilkan oleh masing – masing jenis kendaraan, dikarenakan setiap kendaraan memiliki nilai faktor emisi yang berbeda – beda. Sehingga berpengaruh terhadap hasil nilai beban emisi yang dihasilkan. Bedasarkan rekapitulasi data diatas disimpulkan beban emisi yang didapatkan dari setiap titik lokasi sampling yang memiliki beban emisi terbesar selama pengukuran satu jam berada di titik depan kampus UPN.

4.1.2 Meteorologi

Kondisi meteorologi merupakan gambaran kondisi lingkungan yang berada di Kabupaten Sleman meliputi data suhu rata – rata, Kelembapan udara, tekanan udara dan kecepatan angin. Berikut merupakan kondisi meteorologi Kabupaten Sleman mulai dari tahun 2016 -2018 :

Tabel 4.12 Data meteorologi Kabupaten Sleman

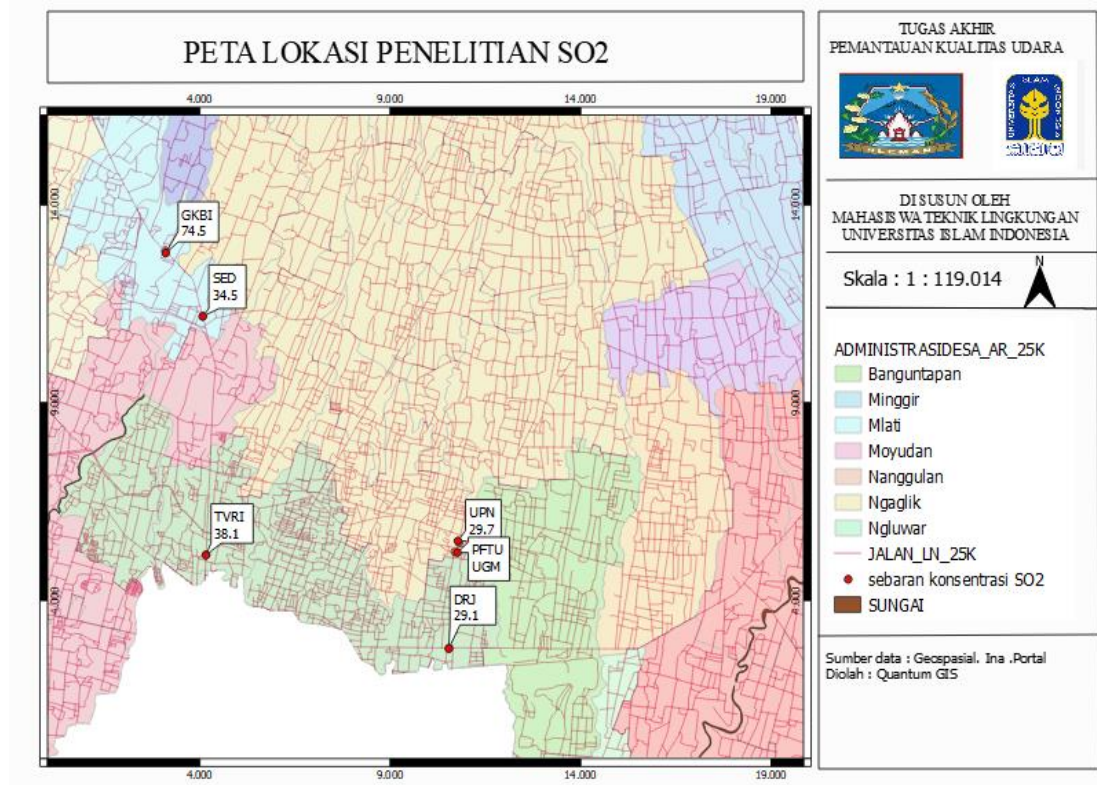
No	Tahun	Suhu Rata-rata (°C)	Curah hujan (mm)	Kelembaban udara (%)	Tekanan udara (mb)	Kecepatan Angin (m/s)
1	2016	26,7	254,7	87,2	1014,0	6,6
2	2017	26,1	211,9	85,3	995,7	0,9
3	2018	26,0	133,5	84,0	995,9	1,0
Rerata		26,3	200	85,5	1001,9	2,8

Sumber : BMKG, Kabupaten Sleman 2016 – 2018

4.2 Kondisi Kualitas Udara Ambien Untuk Parameter SO₂

Sulfur dioksida berasal dari dua sumber yakni sumber alamiah dan buatan. Sumber – sumber SO₂ alamiah adalah gunung – gunung berapi, pembusukan organik oleh mikroba dan reduksi sulfat secara biologis. Sumber – sumber SO₂ buatan adalah pembakaran bahan bakar minyak, gas dan batubara yang mengandung sulfur tinggi (Slamet, 2009). Jumlah kendaraan baru yang terdapat di provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) khususnya di Kab. Sleman pada bulan januari – oktober 2012 adalah sebanyak 105.628 unit yang terdiri dari sepeda motor baru 93.849 unit dan mobil baru 11.809 unit, Hal ini tidak dibarengi dengan Panjang jalan yang tersedia, bisa dipastikan kemacetan lalulintas di Kab. Sleman akan menjadi parah dan sukar diperbaiki. diperkirakan sepuluh tahun mendatang kemacetan akan meningkat sebesar 45% atau memenuhi setengah ruas jalan utama (Munawar, 2013). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kabupaten sleman (2016), Kabupaten Sleman merupakan salah satu provinsi di Daerah Istimewa Yogyakarta yang dikenal sebagai kabupaten yang memiliki paling banyak perguruan tinggi, lebih dari 35 universitas, akademik dan sekolah tinggi baik itu negeri maupun swasta khususnya di kecamatan Depok dan kecamatan Ngaglik Kabupaten Sleman yang setiap tahunnya menerima mahasiswa baru seiring waktu diikuti oleh naiknya volume kendaraan bermotor yang digunakan untuk menunjang aktivitas sehari – hari bagi para mahasiswa. Sehingga menjadi salah satu faktor t yang menyebabkan kemacetan yang terjadi di beberapa ruas jalan Kabupaten Sleman.

Pengambilan lokasi titik pemantauan pada kondisi lingkungan yang memiliki tingkat kepadatan kendaraan yang cukup tinggi disebabkan merupakan jalan protokol pusat mobilitas masyarakat dan juga salah satu ruas jalan utama antar provinsi dari dan menuju Yogyakarta dan Jawa Tengah. Hasil konsentrasi SO₂ merupakan hasil pemantauan dari tahun 2016 hingga 2018 berada pada 6 titik pemantauan yang berada di Kabupaten Sleman dapat dibandingkan dengan Baku mutu udara ambien yaitu 900 µg/Nm³ untuk pengukuran selama 1 jam yang terdapat didalam PP No. 41 tahun 1999.



Gambar 4.1 Peta lokasi titik sampling SO₂

Tabel 4.13 Deskripsi Kondisi Lokasi Sampling

Titik sampel	Koordinat	Lokasi Sampling	Deskripsi kondisi lokasi	Identifikasi sumber pencemar
T1	7°46'59.6"S 110°24'35.6"E	depan ruko janti	merupakan kawasan padat karena berada di daerah pertokoan dan rawan kemacetan	Jalan raya
T2	7°45'54.8"S 110°21'42.2"E	depan kantor stasiun TVRI	kawasan padat pertokoan dan rawan kemacetan dikarenakan daerah jalan utama menuju kota Yogyakarta	Jalan Raya
T3	7°43'18.3"S 110°21'40.6"E	Simpang empat dengung	kawasan padat pertokoan dan rawan kemacetan dikarenakan daerah jalan utama menuju kota Yogyakarta	Jalan raya
T4	7°45'49.8"S 110°24'41.3"E	Depan Kampus UPN Veteran	kawasan padat pertokoan dan kemacetan akibat aktivitas masyarakat dan pelajar	Jalan raya
T5	7°45'57.8"S 110°24'38.1"E	Perum Fakultas Teknik UGM	kawasan padat pertokoan dan kemacetan akibat aktivitas masyarakat dan pelajar	Jalan raya
T6	7°40'50.2"S 110°20'19.2"E	Gereja pcgkbi Melati Sleman	kawasan padat lalu lintas dikarenakan kawasan padat lalu lintas dikarenakan merupakan jalan penghubung antar provinsi	Jalan raya -Industri

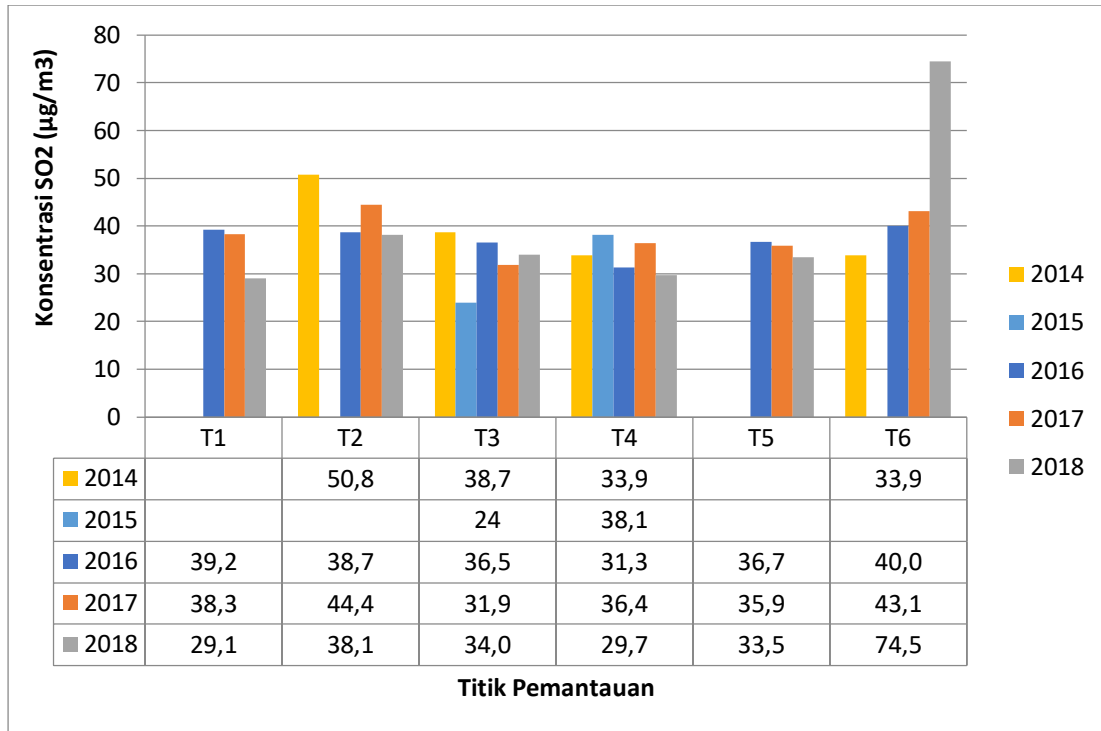
Titik sampel	Koordinat	Lokasi Sampling	Deskripsi kondisi lokasi	Indentifikasi sumber pencemar
			dari dan menuju Jawa Tengah dan DIY	

Ditunjukkan hasil dari nilai konsentrasi SO₂ di titik pemantauan selama tahun 2016 hingga 2018 masih berada dibawah baku mutu udara ambien yang sebesar 900 µg/Nm³ selama 1 jam pengujian. Pada tahun 2019 memiliki peningkatan nilai rata – rata paling tinggi. Untuk mempermudah melihat nilai pesebaran data per titik pemantauan, maka dilakukan analisis statistik yang digambarkan pada tabel 4.11.

Tabel 4.14 Konsentrasi SO₂ (µg/Nm³) Tahun 2016 - 2018

No	Lokasi	Parameter SO ₂ Berdasarkan Tahun (µg/m ³)				
		2014	2015	2016	2017	2018
1	T1	-	-	39,2	38,3	29,1
2	T2	50,8	-	38,7	44,4	38,1
3	T3	38,7	24	36,5	31,9	34,0
4	T4	33,9	38,1	31,3	36,4	29,7
5	T5	-	-	36,7	35,9	33,5
6	T6	33,9	-	40,0	43,1	74,5
Jumlah				222,4	230,0	238,9
Rata-rata				37,1	38,3	39,8

Sumber : Data sekunder Dinas Lingkungan Hidup Lingkungan Kabupaten Sleman 2016 – 2018



Gambar 4.12 konsentrasi SO₂ pada setiap tahun

Sumber : Data sekunder Dinas Lingkungan Hidup Lingkungan Kabupaten Sleman 2016 – 2018

Berdasarkan hasil tabel 4.11 dan gambar 4.12 ditunjukkan hasil rata – rata dari pemantauan kualitas udara berdasarkan tahun. Pada tahun 2018 terdapat rata – rata tertinggi sebesar 52.5 µg/Nm³ yang terdapat pada titik pemantauan lokasi GKBI Medari Sleman, sedangkan untuk nilai maksimum konsentrasi per tahun juga pada lokasi GKBI Medari Sleman sebesar 74.5 µg/Nm³. Untuk konsentrasi terendah dalam rentan tahun 2016 – 2018 terdapat pada titik berkode T4 yaitu depan kampus UPN dengan rata – rata konsentrasi sebesar 32.5 µg/Nm³ dan titik konsentrasi terkecil dalam rentan tahun pengujian 2016 – 2018 berada didepan kompleks ruko Janti sebesar 29.1 µg/Nm³.

Tingginya konsentrasi SO₂ di titik pemantauan yang berada didepan GKBI Medari Sleman dapat disebabkan oleh aktifitas industri yang berada di sekitar lokasi yang kegiatan jam operasional nya berjalan sebanyak 3 shift dalam satu hari. Selain faktor tersebut lokasi GKBI Medari sleman merupakan jalan utama provinsi yang

menghubungkan dari dan menuju provinsi Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) sehingga sering pada saat puncak hari libur nasional terjadi penumpukan kendaraan bermotor pribadi dan kendaraan bermuatan berat yang merupakan salah satu faktor meningkatnya konsentrasi SO_2 dilokasi pemantauan tersebut.

lokasi titik pemantauan Simpang Empat Deggung pada tahun 2016 – 2018 terjadi peningkatan dan penurunan yang tidak terlalu signifikan. Pada tahun 2016 – 2017 terjadi penurunan yang dapat disebabkan oleh belum berjalannya pembangunan Mall Sleman City Hall sehingga belum terjadinya kemacetan lalu lintas serta mobilisasi alat berat untuk keperluan konstruksi, dan didukung oleh ruang terbuka hijau yang masih berfungsi sebelum beralih fungsi lahan. Tahun 2017 – 2018 terjadi peningkatan kadar SO_2 yang terjadi akibat proses pembangunan mall Sleman City Hall yang menyebabkan peningkatan mobilisasi penggunaan kendaraan berat dan alat berat yang berdampak pada kemacetan yang terjadi di sekitar lokasi pembangunan. Adanya hambatan samping tersebut yang menjadikan aktivitas di badan jalan sangat tinggi karena merupakan pusat aktivitas kendaraan bermotor (Rianty, 2015).

Pada lokasi titik pemantauan kualitas udara di depan kampus UPN veteran terdapat peningkatan dan penurunan yang fluktuatif dan signifikan setiap tahunnya yang terjadi pada tahun 2014 – 2018. Data tersebut terjadi dapat disebabkan oleh bulan pengambilan data yang dilakukan pada saat tahun ajaran baru pelajar, sehingga gelombang pelajar pendatang baru berdatangan yang menyebabkan peningkatan mobilitas kendaraan bermotor pada ruas jalan di Kabupaten Sleman, Untuk data pemantauan kualitas udara pada saat mengalami penurunan dapat terjadi pada saat dilakukannya pengambilan data dilakukan saat bulan libur pelajar, sehingga terjadi penurunan konsentrasi SO_2 pada lokasi tersebut.

Lokasi titik pemantauan kualitas udara berikutnya berada pada depan Stasiun Tv TVRI pada tahun 2016 – 2017 terjadi peningkatan konsentrasi sebesar $38.7 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ pada tahun 2016 dan $44,4 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ pada tahun 2017. Faktor yang dapat mempengaruhi kenaikan

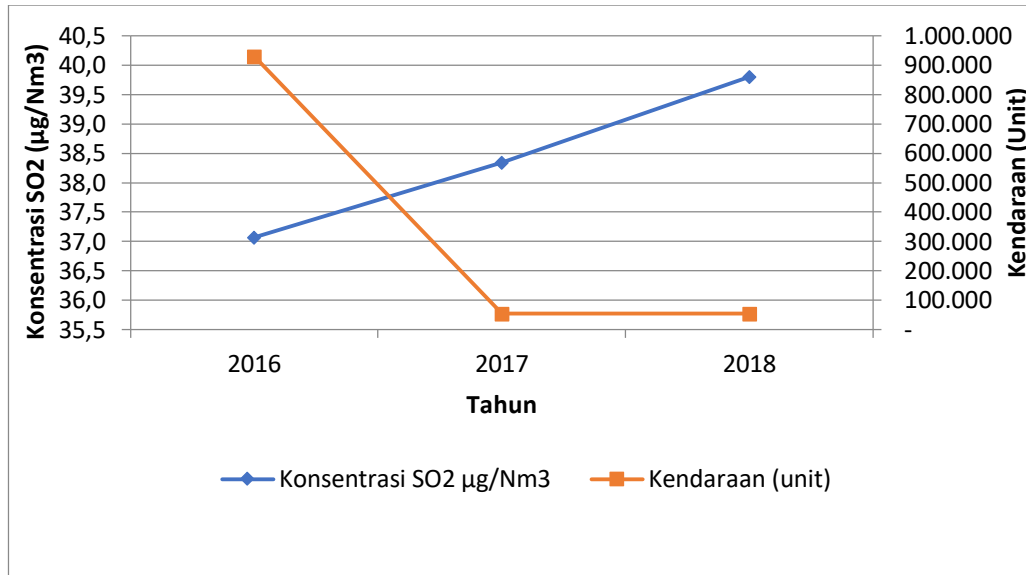
konsentrasi dapat disebabkan titik pemantauan tersebut sedang dilakukan pembangunan pusat restaurant dan cafe sehingga menyebabkan kemacetan yang dapat meningkatkan konsentrasi SO₂ yang disebabkan oleh kendaraan bermotor .

Pada lokasi pemantaun kualitas udara pada lokasi depan perumahan Fakultas Teknik UGM dan depan komplek ruko janti terdapat kecenderungan penurunan data konsentrasi SO₂ pada tahun 2016 – 2018. Untuk lokasi pemantauan kualitas udara yang berada didepan perumahan Fakultas Teknik terdapat penurunan konsentrasi SO₂ 36.7 µg/Nm³ pada tahun 2016 menjadi 33.5 µg/Nm³ pada tahun 2018. Lokasi pemantauan kualitas udara di depan komplek Ruko Janti pada tahun 2016 sebesar 39.2 µg/Nm³ menjadi 29.1 µg/Nm³. Dapat diperkirakan faktor yang menjadi penurunan konsentrasi SO₂ pada kedua lokasi tersebut adalah kelembapan udara. Hal tersebut dapat didukung oleh penelitian dea budi istintaninova (2012) bahwa semakin tinggi kelembapan udara maka konsentrasi SO₂ semakin rendah, hal ini disebabkan karena penguapan uap air yang ditrasnfer ke udara oleh naiknya suhu udara, sehingga konsentrasi SO₂ mengalami penurunan.

4.3 Perbandingan rata – rata Konsentrasi SO₂ dan Jumlah Kendaraan Bermotor

Dalam perbandingan konsentrasi SO₂ dengan jumlah kendaraan bermotor, dilakukan nilai rata – rata konsentrasi SO₂ dengan jumlah kendaraan yang diambil dari data jumlah kendaraan yang merupakan data sekunder bersumber dari pengujian yang dilakukan oleh badan Pusat Statistik Kabupaten Sleman dilakukan pada tahun 2016 – 2018.

Di Kawasan perkotaan, kendaraan bermotor merupakan sumber utama dari emisi partikulat dan menyumbang lebih dari 50% emisi partikulat di udara ambien (Srimuruganandam & Nagendra, 2011).



Gambar 4.14 Perbandingan Konsentrasi SO₂ dengan jumlah kendaraan

Bedasarkan gambar diatas terjadi penurunan signifikan grafik perbandingan konsentrasi SO₂ dengan jumlah kendaraan yang ada di Kabupaten Sleman, pada tahun 2016 – 2017 terjadi total penurunan jumlah kendaraan bermotor lebih dari 800.000 unit sedangkan pada tahun 2017 – 2018 terjadi penurunan sebesar 331 unit yang tergolong tidak signifikan. Hal tersebut bisa terjadi dikarenakan dimulai dari tahun 2017 bedasarkan Peraturan Mentteri Lingkungan Hidup Nomor 20 Tahun 2017 resmi menerapkan standar emisi Euro-4 bagi kendaraan bermotor. KLHK pun Kembali merilis jenis kendaraan baru kategori M, N dan O. kategori M untuk untuk mobil angkutan orang, N untuk mobil angkutan barang dan O untuk mobil gandengan atau tempel. Sehingga kendaraan yang tidak melewati standar yang telah ditetapkan tidak bisa dikategorikan layak jalan dan berdampak pada penurunan jumlah kendaraan. Faktor yang menyebabkan peningkatan konsentrasi SO₂ pada setiap tahunnya adalah belum di maksimalkan sosialisasi secara menyeluruh kegiatan pengujian kendaraan bermotor sehingga masi ditemukan kendaraan yang beroperasi di jalan belum melakukan uji emisi sehingga berpengaruh terhadap kenaikan konsentrasi SO₂ di udara. Kabupaten Sleman merupakan salah satu kabupaten yang menjadi akses utama menuju Provinsi DIY, sehingga mobilitas transportasi kendaraan bermotor tidak hanya berasal dari domestik, seperti kendaraan bermuatan berat yang berbahan bakar diesel

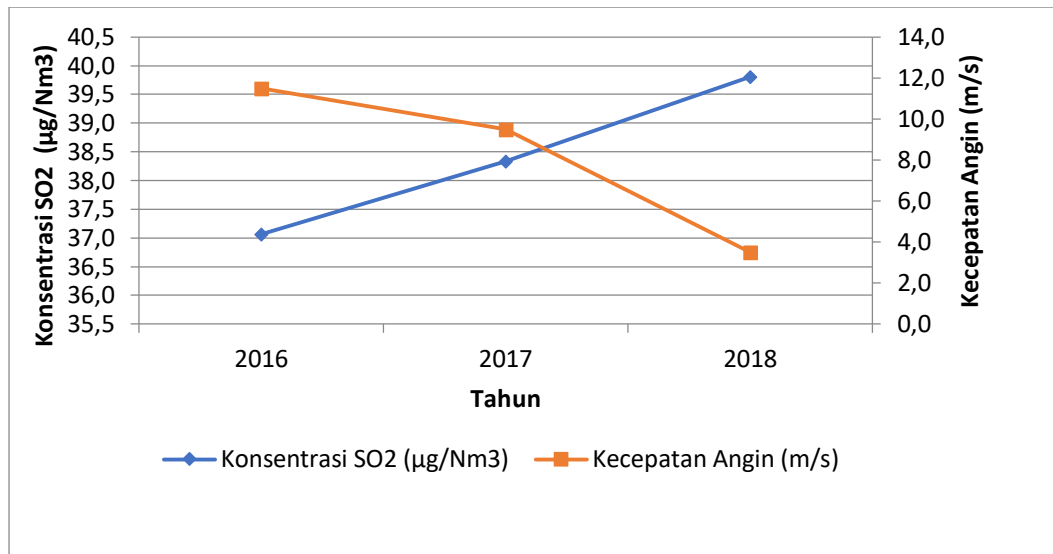
ramai melintas untuk mendistribusikan berbagai barang dari dan menuju provinsi DIY. Menurut Pertamina (2001) kontribusi gas buang berdasarkan jenis bahan bakar, diesel menyumbang gas buang SO_2 sebesar 85% dibandingkan dengan bahan bakar bensin yang menyumbangkan gas buang SO_2 sebesar 15%. dengan demikian kendaraan bermotor mengeluarkan gas sulfur dioksida (SO_2) sehingga dapat dikatakan menyumbang 1/3 dari total gas pencemar udara (kuncoro, 2011).

4.4 Meteorologi

Kondisi pencemaran udara berbeda – beda di setiap tempat. Hal tersebut dipengaruhi oleh aspek meteorologis seperti perbedaan kondisi kelembapan, temperature, kecepatan angin, serta curah hujan yang dapat memberikan pengaruh terhadap penyebaran serta difusi pencemaran dalam suatu wilayah. Konsentrasi Sulfur Dioksida (SO_2) selain berpengaruh pada kecepatan juga dipengaruhi kelembapan udara. Karena *life time* SO_2 di udara pendek, dan uap air mampu menguba SO_2 menjadi sulfit dan sulfat (Sarudji, 2010).

a) Kecepatan Angin

Konsentrasi polutan turut dipengaruhi oleh kecepatan & arah angin. Kecepatan angin berperan dalam pengenceran dispersi polutan dari sumber emisi. Sedangkan, arah angin berperan dalam menentukan arah persebaran polutan di permukaan bumi. Jika angin yang terjadi bersifat aktif dan kekuatannya cukup, polutan tidak mempunyai waktu lama untuk berkumpul karena semakin cepat disebarkan (Mahareni dan Turyani 2018). Maka dari itu berikut penelitian ini dilakukan untuk melihat kecepatan angin dengan konsentrasi SO_2 dengan data sebagai berikut:



Gambar 4.16 kecepatan angin tahun 2016 – 2018

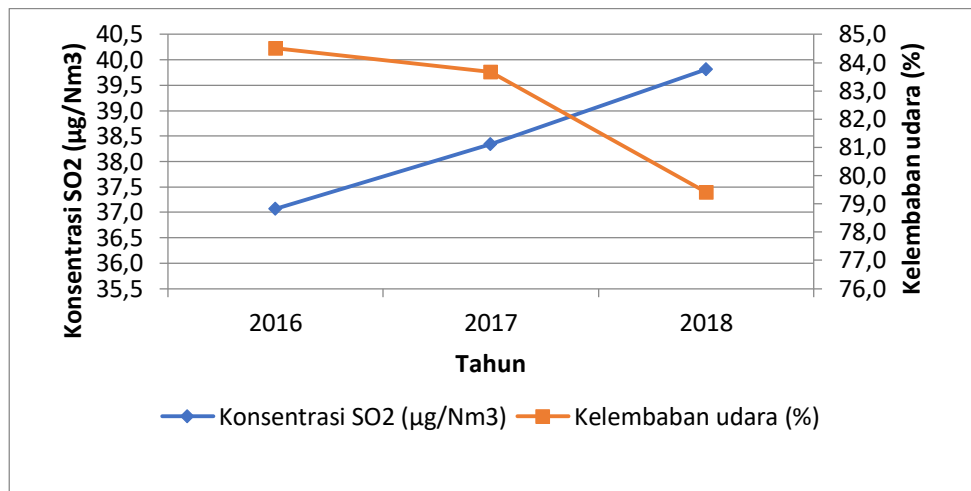
Sumber : Data Sekunder Sleman dalam angka 2016 - 2019

Dari data gambar diatas didapatkan bahwa rata – rata kecepatan angin terendah pada tahun 2018 sebesar 3.5 m/s untuk kecepatan rata – rata angin tertinggi pada tahun 2016 sebesar 11,5 m/s. Rata rata bulanan tertinggi terdapat pada bulan januari sepanjang tahun 2016 – 2018 sebesar 9.7 m/s. berdasarkan grafik diatas penurunan rata – rata kecepatan angin menyebabkan ya menurun pada setiap tahunnya menyebabkan peningkatan konsentrasi SO₂ pada setiap tahunnya, hal ini berbanding terbalik dengan penelitian oleh Budi (2012) yang menyatakan konsentrasi SO₂ semakin rendah apabila kecepatan angin semakin besar. Hal ini terjadi karena pada kecepatan kecepatan angin yang besar akan mempercepat terjadinya penurunan konsentrasi SO₂. Dengan ini dapat disimpulkan penurunan rata – rata kecepatan angin di Kabupaten Sleman berpengaruh dengan peningkatan konsentrasi SO₂ di udara.

b) Kelembapan udara

Kelembapan pencemaran udara berbeda – beda di setiap tempat. Menurut (Tika, 2010) kandungan uap air berperan dalam pengaturan suhu udara, karena memiliki sifat menyerap radiasi bumi sehingga mempengaruhi cepat lambatnya kehilangan panas dari bumi. Kondisi udara yang lembab membantu pengendapan

bahan pencemar seperti debu, yang akan berkaitan dengan air di udara sehingga membentuk partikel yang berukuran lebih besar. Partikel besar yang terbentuk akan mudah mengendap ke permukaan bumi oleh gaya tarik bumi. Maka dari itu untuk mengetahui seberapa besar hubungan antara hubungan antara konsentrasi SO₂ dan kelembapan udara di Kabupaten Sleman dapat dilihat dari tabel berikut:



Gambar 4.17 kelembapan udara rata rata

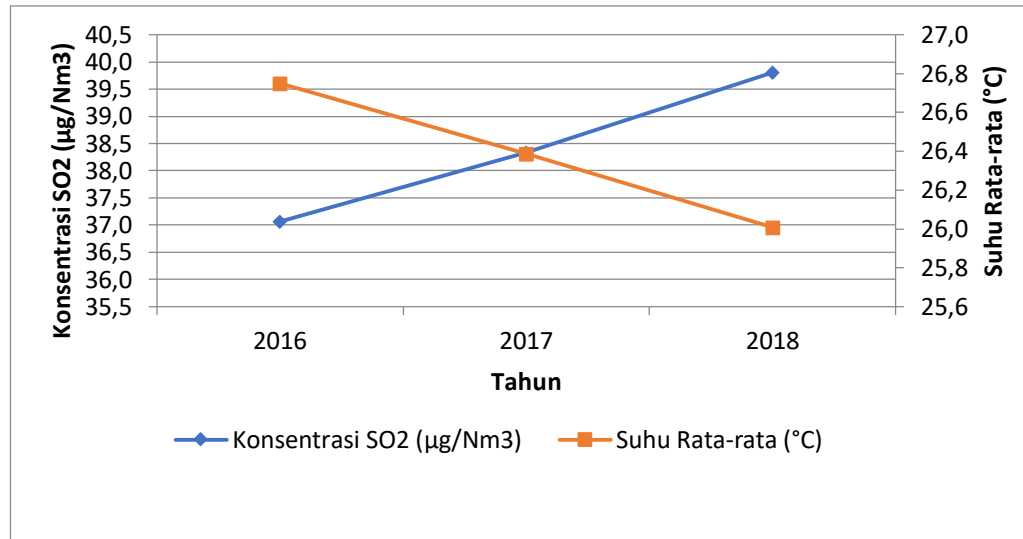
Sumber : Data sekunder Sleman dalam angka 2016 – 2019

Dari data grafik gambar diatas didapatkan hasil pengujian selama tahun 2016 – 2018 untuk rata rata kelembapan udara terendah adalah pada tahun 2018 serta kelembapan udara paling tinggi didapatkan pada tahun 2016 tertinggi pada tahun 2016 sebesar 84.5%. untuk rata rata bulanan tertinggi terdapat pada bulan Februari dan November sebesar 85.6%.

c) Suhu udara

Suhu mempengaruhi persebaran polutan di atmosfer. Menurut Afzali dkk (2018). Peningkatan suhu udara dapat katalisator atau membantu mempercepat reaksi kimia suatu polutan di udara, sehingga mengakibatkan terbentuknya partikel halus secara alami. Suhu udara yang tinggi dapat menyebabkan udara rengga sehingga konsentrasi pencemar menjadi semakin tinggi. Sedangkan suhu yang menurun pada permukaan bumi dapat menyebabkan peningkatan kelembapan udara sehingga akan meningkatkan

efek korosif bahan pencemar dan mengakibatkan konsentrasi pencemar di udara semakin rendah.



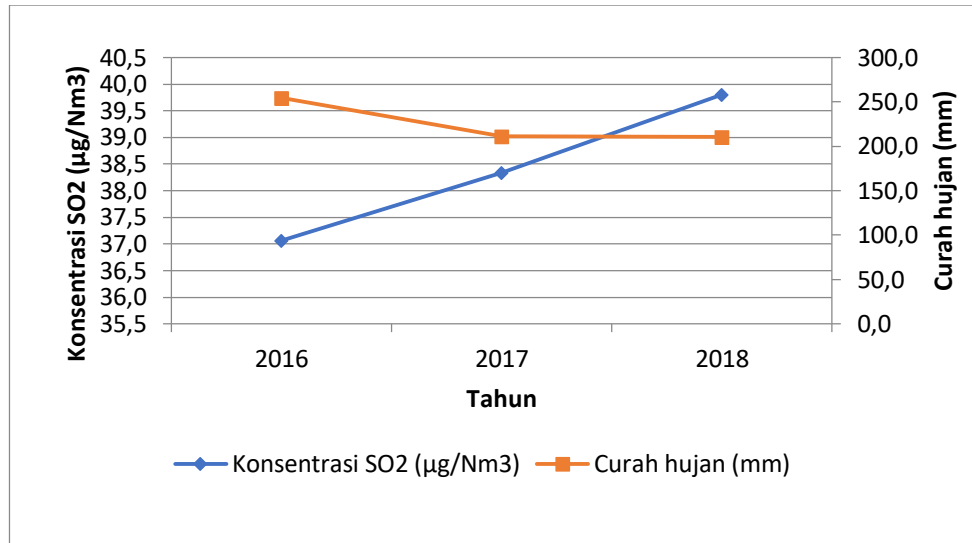
Gambar : 4.18 Suhu udara rata – rata kabupaten sleman 2016 - 2018

Sumber ; Data sekunder Sleman dalam angka 2016 – 2018

Dari data gambar grafik diatas didapatkan hasil pengujian selama tahun 2016 – 2018 untuk suhu rata – rata terendah pada tahun 2018 sebesar 26 °C sedangkan untuk suhu tertinggi sebesar 26.8 °C pada bulan 2016. Bulanan rata – rata tertinggi terjadi pada bulan April sebesar 27 °C. dapat dilihat grafik diatas bahwa penurunan suhu rata – rata tahunan menyebabkan peningkatan konsentrasi gas SO₂, hal ini senada dengan hasil penelitian Okroafor (2014), bahwa konsentrasi pencemaran menurun seiring peningkatan suhu, yang dapat diartikan berbalik apabila terjadi penurunan suhu maka konsentrasi pencemar SO₂ akan meningkat.

d) Curah hujan

Curah hujan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi tingkat pencemaran yang disebabkan oleh partikulat. Pada musim kemarau konsentrasi partikulat akan semakin tinggi, sedangkan pada musim penghujan konsentrasi partikulat akan semakin rendah. Maka dari itu dilakukan pengolahan data konsentrasi SO₂ dengan curah hujan rata – rata Kabupaten Sleman dapat dilihat dalam gambar 4.19 sebagai berikut :

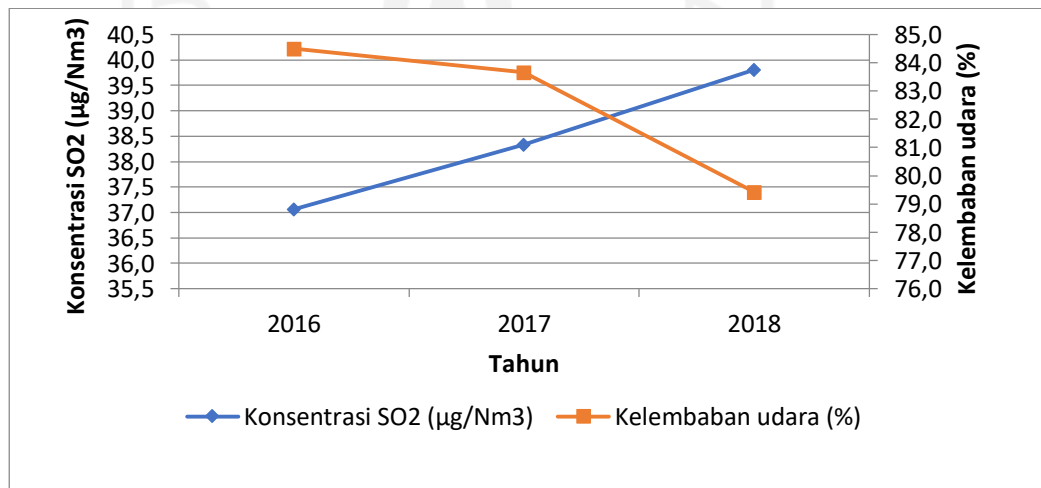


Gambar : 4.19 rata – rata curah hujan Kab. Sleman 2016 - 2018

Sumber : Data sekunder Sleman dalam angka 2016 – 2019

Dari data pada tabel diatas didapatkan hasil pengujian selama tahun 2016 – 2018 didapatkan rata – rata curah hujan terendah pada tahun 2018 sebesar 13.2 hh/hd, untuk rata – rata curah hujan tertinggi didapatkan pada tahun 2016 sebesar 19.7 hh/hd.

4.4.1 Rekapitulasi faktor meteorologi apa yang paling berpengaruh dengan tingkat konsentrasi SO₂



Gambar 4.20 Rata – rata kelembapan udara Kab Sleman 2016 - 2018

Menurut Istantinova, (2012). Hubungan antara kelembapan udara terhadap konsentrasi SO₂ adalah berbanding terbalik. Semakin tinggi kelembapan udara maka

konsentrasi SO₂ semakin rendah. Hal ini disebabkan karena penguapan air yang di transfer ke udara oleh naiknya suhu udara. Sehingga konsentrasi SO₂ mengalami penurunan. Berdasarkan hasil grafik diatas sejalan dengan apa yang disebutkan oleh peneliti sebelumnya, kelembapan udara yang terjadi di Kabupaten Sleman mengalami penurunan pada setiap tahunnya sehingga menyebabkan konsentrasi SO₂ mengalami peningkatan. Hal ini dapat terjadi dikarenakan terjadi penurunan rata - rata suhu udara pada setiap tahunnya yang menyebabkan berkurangnya penguapan air yang ditansfer ke udara sehingga terjadi penghambatan pelepasan gas SO₂ di udara pada saat dilakukan pemantauan kualitas udara di lokasi sampel.

4.5 Analisa Risiko Terhadap Kesehatan

Metode ini menggunakan perhitungan, data yang digunakan mengenai agen pajanan, antropometri serta pola aktivitas. Dalam penelitian ini diperkirakan risiko SO₂ di udara ambien saat ini akan memberikan efek terhadap Kesehatan. Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan metode kuisioner maka data antropometri dan pola aktivitas didapatkan melalui pertanyaan yang diajukan pada pedagang yang berada di 6 titik pemantauan, untuk didatakannya data waktu pajanan, frekuensi pajanan, durasi pajanan, keluhan Kesehatan dan status merokok pedagang.

4.6 Pola Pajanan

Berikut ini adalah tabel distribusi konsentrasi SO₂ di udara lingkungan Kabupaten Sleman :

Tabel 4.15 Parameter SO₂ tahun 2016 - 2018

Lokasi	Parameter SO ₂ Berdasarkan Tahun (µg/Nm ³)			
	2016	2017	2018	BMU
T1	39,2	38,3	29,1	900
T2	38,7	44,4	38,1	900
T3	36,5	31,9	34,0	900
T4	31,3	36,4	29,7	900
T5	36,7	35,9	33,5	900
T6	40,0	43,1	74,5	900
Rata-rata	37,1	38,3	39,8	900

Sumber : Data Sekunder Badan Lingkungan Hidup DIY 2016 - 2018

Hasil pengukuran kadar SO₂ di udara yang dilakukan di Kabupaten Sleman pada 6 titik lokasi pantau berbeda jika dibandingkan dengan Baku Mutu Udara Ambien, kondisi ini terjadi dikarenakan konsentrasi kepadatan lalu lintas pada setiap lokasi berbeda – beda. berdasarkan hasil data sekunder yang didapatkan dari tahun 2016 – 2018 masih berada dibawah ambang batas baku mutu udara ambien. Sektor transportasi dapat memberikan kontribusi besar terhadap pencemaran udara dikarenakan hasil dari pembakaran kendaraan bermotor. Pencemaran udara yang terjadi di daerah perkotaan 70% diakibatkan oleh kendaraan bermotor (Kusminingrum dan Gunawan, 2008).

4.7 Hasil Kuisoner

Pengambilan Kuisoner terhadap penerima pajanan SO₂ yang dilakukan di 6 titik pemantauan kualitas udara dilakukan dengan estimasi waktu selama 3 minggu pengambilan kuisoner yang ditujukan kepada pedagang dan petugas satpam yang berada di beberapa titik lokasi tersebut.

4.7.1 Fekuensi Papanan (f_E)

Menurut IRIS, US EPA.(2004) nilai default pada pemukiman adalah 350 hari/tahun pada pemukiman. Menurut Nukman dkk. (2005) ditemukan bahwa semua jenis populasi berisiko pada semua latar tempat mukim mempunyai frekuensi papanan sebesar 350 hari/tahun. Dengan waktu kerja pedagang selama 6 hari kerja dan 1 hari libur dalam jangka waktu 7 hari dan satu tahun adalah 365 hari dengan begitu dapat dihitung dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Jumlah hari kerja dalam setahun: } 365 \times \frac{6}{7} = 312 \text{ hari}$$

dengan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa pedagang berjualan selama 312 hari dalam satu tahun. Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan di lapangan bahwa pedagang tetap berjualan walaupun tanggal merah dikarenakan pada hari libur penjualan mereka rata – rata meningkat.

4.7.2 Durasi Pajanan (d_t)

Durasi pajanan pedagang pada 6 titik pemantauan digunakan agar dapat mengetahui nilai pajanan *realtime* maka digunakan data yang tersedia didalam table. Yaitu lama kerja pedagang selama di lokasi berdagang di gunakan angka 30 tahun yaitu rata – rata mereka memulai berjualan hingga pensiun.

4.8 Golongan Merokok Pedagang

Berikut merupakan tabel prosentase golongan Merokok pada pedagang di 6 titik lokasi pemantauan :

Tabel 4.16 data golongan perokok

Kebiasaan	jumlah	presentase %
merokok	17	56,7
tidak merokok	13	43,3

Sumber : Data primer, 2020

Merokok merupakan kegiatan yang dapat memperbanyak jumlah asupan SO_2 ke dalam tubuh pedagang. Dimana hal itu tersebut dapat memperburuk kondisi Kesehatan terhadap para pedagang. Didapatkan hasil dilapangan pada pedagang sebanyak 17 orang merokok (56.7%) dan sebanyak 13 orang tidak merokok (45,7%).

4.9 Keluhan Kesehatan

Bedasarkan hasil pemantauan di lapangan dengan responden sebanyak 32 orang Pada 6 titik pemantauan di Kabupaten Sleman, Didapatkan keluhan Penyakit yang dialami pedagang sebagai berikut :

Tabel 4.17 Data keluhan Kesehatan terhadap pajanan SO₂ pada pedagang

Keluhan	Jumlah Responden	Persentase (%)
Batuk disertai lendir	3	10
Nafas berat saat melakukan aktifitas sehari-hari	3	10
Sakit pada tenggorokan	4	13,3
Mudah letih	4	13,3
Pusing dalam waktu yang lama	0	0
Bibir dan jari nampak membiru	0	0
Sesak nafas seperti kehabisan nafas	1	3,3
Sulit tidur	6	20
Jantung kerap berdebar	1	3,3

Sumber : Data Primer 2020

Bedasarkan hasil kuisioner yang telah dilakukan pada tabel 4.21 yang diberikan pada pedagang yang berada di 6 titik, pemantauan dengan total 32 responden memiliki keluhan paling banyak yang diakibatkan oleh pajanan SO₂ adalah sulit tidur sebanyak 6 pedagang, sakit pada tenggorokan dan mudah letih sebanyak 4 pedagang, batuk disertai lendir serta nafas berat saat melakukan aktifitas sehari – hari sebanyak 3 pedagang dan sesak nafas seperti kehabisan nafas serta jantung kerap berdebar sebanyak 1 pedagang.

4.10 Analisis dosis respon

4.10.1 Analisis Dosis – Respon Non Karsinogenik Paparan SO₂

Setelah melakukan indentifikasi bahaya (agen risiko, konsentrasi SO₂) maka tahap selanjutnya melakukan analisis dosis respons yaitu mencari nilai RfD dari SO₂ bekum tersedia didalam daftar *Integerated Risk Information System (IRIS)*, Sedangkan pada penelitian ini menggunakan dosis referensi atau RfC. tidak ditetapkan dari dosis yang digunakan untuk menyebabkan efek paling rendah atau *No Observed Adverse Effect Level (NOAEL)* dan *Lowest Observed Adverse Effect Level (LOAEL)* melainkan diturunkan dari *National Ambient Air Quality Standard (NAAQS)* yang merupakan baku mutu udara ambien oleh US-EPA yang menurut PP No. 41 tahun 1999 tidak dapat digunakan disebabkan nilai default dari faktor-faktor pajanannya belum diketahui.

Buku primer standar NAAQS (EPA,1990) yang tersedia untuk SO₂ adalah 95 µg/Nm³ (*arithmetic mean*) tahunan. Konsentrasi aman intake untuk RfC dengan nilai default US-EPA 20 m³/hari diubah menjadi R= 0,83 m³/jam, waktu pajanan (t_E) = 24 jam/hari, frekuensi pajanan (f_E) = 350 hari/tahun, berat badan (Wb) = 70 kg dan periode waktu rata-rata (tavg) = 365/tahun, maka dapat dihitung :

$$fC(SO_2) = \frac{\left(0,95 \frac{mg}{m^3}\right) \times \left(\frac{0,83m^3}{jam}\right) \times \left(24 \frac{jam}{hari}\right) \times \left(350 \frac{hari}{tahun}\right)}{(70kg) \times \left(365 \frac{hari}{tahun}\right)}$$
$$= 0.026 \text{ mg/kg/hari}$$

Nilai *Rfc* (*Reference Concentration*) ini digunakan dalam perhitungan risiko kesehatan non karsinogenik akibat paparan SO₂ digunakan data sebagai berikut:

- 1) Berat Badan (Wb) = 55 kg
- 2) Laju Inhalasi = 20 m³/hari (US-EPA)
- 3) Maka Rf = 0,026 mg/m³ x 20 m³/hari x $\frac{1}{55 \text{ kg}}$
= 0,00945 mg/kg/hari

Nilai *Rfc* (*Reference Concentration*) ini yang digunakan dalam perhitungan risiko kesehatan non karsinogenik akibat paparan SO₂ dengan rumus:

$$Q = \frac{I_{nk}}{Rfd \text{ atau } Rfc}$$

4.11 Inhalation Rate

Inhalation rate atau laju inhalasi adalah jumlah intake dari paparan SO₂ yang diterima dalam satuan mg/kgbb/hr atau jumlah konsentrasi agent risiko yang masuk kedalam tubuh manusia dengan berat badan tertentu. Konsentrasi aman intake untuk RfC dengan nilai default R= 0,83 m³/jam, waktu paparan (t_E) = 24 jam/hari, frekuensi paparan (f_E) = 350 hari/tahun, berat badan (Wb) = 70 kg dan periode waktu rata-rata (t_{avg}) = 365/tahun

4.12 Analisis Paparan Sulfur Dioksida (SO₂)

4.12.1 Analisis Pemajanan SO₂

Analisis paparan digunakan saat dilakukan pengukuran jumlah paparan SO₂ ke dalam tubuh pedagang dengan menggunakan persamaan:

$$I = \frac{C \times R \times tE \times fE \times Dt}{Wb \times tavg}$$

Diketahui:

I= Intake/asupan (mg/kg/hari)

C =Konsentrasi *risk agent* (mg/m³)

R= Laju inhalasi (m³/jam)

tE = Waktu pajanan

(jam/hari)

fE = Frekuensi pajanan

(hari/tahun)

D_t = Durasi pajanan (hari/tahun)

W_b = Berat Badan (Kg)

T_{avg} = Waktu rata-rata untuk (30 tahun x 365 hari/tahun untuk zat non karsinogen, 70 tahun x 365 hari/tahun untuk zat karsinogen).

Dalam melakukan analisis pajanan diperlukan perhitungan *intake* (asupan) SO₂ dengan memasukan nilai dari variabel yang dibutuhkan dalam perhitungan. Data konsentrasi yang didapatkan berasal dari hasil laporan Badan Lingkungan Hidup DIY tahun 2016 – 2018.

- a. Perhitungan *intake* pajanan non karsinogenik dilakukan untuk memperhitungkan efek non karsinogenik pada dua waktu pajanan yang berbeda yaitu *lifetime* dan *realtime*. Saat waktu *lifetime* yang digunakan adalah berapa lama pedagang terpajan secara *lifetime* non karsinogenik yakni 30 tahun yang didapat dari pedagang mulai berjualan hingga pensiun. Sedangkan pada waktu *realtime* digunakan angka lama mereka berjualan ditempat tersebut. Berikut contoh simulasi perhitungan responden di depan PCGKBI Medari Sleman

dengan rumus sebagai berikut:

$$= \frac{C \times R \times t_E \times f_E \times Dt}{W_b \times t_{avg}}$$

Diketahui:

$$C = 0,0745 \text{ mg/m}^3$$

$$W_b = 68 \text{ kg}$$

$$R = 0,83 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$t_{avg} = 30 \times 365 \text{ hari/tahun}$$

$$t_E = 8 \text{ jam}$$

$$Dt = 30 \text{ tahun (lifetime)}$$

$$I_{\text{lifetime}} = \frac{0,0745 \frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \times 0,83 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}} \times 8 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 312 \frac{\text{hari}}{\text{tahun}} \times 30 \text{ tahun}}{68 \text{ kg} \times 30 \text{ tahun} \times 365 \frac{\text{hari}}{\text{tahun}}}$$

$$= 0,0078 \text{ mg/kg/hari}$$

$$I_{\text{realtime}} = \frac{0,0745 \frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \times 0,83 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}} \times 8 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 312 \frac{\text{hari}}{\text{tahun}} \times 40 \text{ tahun}}{68 \text{ kg} \times 30 \text{ tahun} \times 365 \frac{\text{hari}}{\text{tahun}}}$$

$$= 0,0024 \text{ mg/kg/hari}$$

4.12.2 Karakter Risiko (*risk characterization*)

Karakteristik risiko diperlukan dalam membedakan efek kesehatan yang terjadi yang dikarenakan karsinogenik dan non karsinogenik dari parameter yang di ujikan yaitu Sulfur Dioksida (SO₂). Karakteristik risiko untuk efek nonkarsinogenik dapat diketahui dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$I = \frac{Ink}{Rfd \text{ atau } Rfc}$$

Diketahui : Rfc = *reference concentration* (mg/kg/hari)

Ink = *Intake Non Karsinogenik* (mg/kg/hari)

4.12.3 Perhitungan *Risk Quotient* (RQ) pada individu untuk pajanan non karsinogenik.

Sebagai contoh perhitungan diketahui sebagai berikut:

Diketahui: Ink *lifetime* = 0,0078 mg/kg/hari

Ink *realtime* = 0,0024 mg/kg/hari

Rfc = 0,00945 mg/kg/hari

$$RQ_{lifetime}(Ink) = \frac{0,0078 \frac{\frac{mg}{kg}}{hari}}{0,00945 \frac{\frac{mg}{kg}}{hari}} = 0.83$$

$$RQ_{realtime}(Ink) = \frac{0,0024 \frac{\frac{mg}{kg}}{hari}}{0,00945 \frac{\frac{mg}{kg}}{hari}} = 0.26$$

Setelah mendapat nilai RQ, maka dapat diasumsikan sebagai berikut:

- Bila $RQ \leq 1$, maka konsentrasi hazard belum berisiko menimbulkan efek non karsinogenik
- Bila $RQ > 1$, maka konsentrasi hazard sudah berisiko menimbulkan dampak kesehatan non karsinogenik

Dapat diketahui hasil RQ Pada pajanan SO_2 *lifetime* pada responden pedagang yang berada pada titik depan PCGKBI didapatkan hasil sebesar 0.83 mg/kg/hari dan pada pajanan *realtime* sebesar 0.23 mg/kg/hari. Dari hasil tersebut secara

realtime dan lifetime didapatkan tidal berpotensi berisiko menimbulkan dampak Kesehatan non karsinogenik dikarenakan nilai $RQ \leq 1$.

4.13 Estimasi Risiko Kesehatan Pemajanan SO₂

Estimasi risiko Kesehatan merupakan perhitungan yang digunakan untuk mendeteksi apakah risiko yang diberikan oleh SO₂ pada suatu populasi berbahaya atau tidak dengan melihat nilai yang mewakili setiap variabel pada populasi.

Nilai dari konsentrasi (C) merupakan nilai konsentrasi pajanan SO₂ di lingkungan titik pemantauan didapatkan dari hasil data sekunder Badan Lingkungan Hidup DIY pada 2018. Sedangkan nilai dari laju inhalasi (R) yang diperlukan sama dengan perhitungan sebesar 0.83 m³/jam serta waktu pajanan (t_E) merupakan hasil asumsi pedagang yang terpajan selama 1 hari kerja, adalah 8 jam/ hari

Untuk waktu rata-rata (t_{avg}) digunakan nilai default (30 tahun untuk non karsinogenik dan 70 tahun untuk karsinogenik). Nilai berat badan (W_b) yang dimasukkan pada perhitungan analisis risiko populasi adalah nilai berat badan yang mewakili populasi adalah 68 kg.

Tabel 4.18 Nilai rata – rata sampel

No	Nama Responden	Konsentrasi SO ₂ di Udara / C (mg/m ³)	Waktu Pajanan / t _E (jam/hari)	Frekuensi Pajanan / f _E (hari/tahun)	Durasi Pajanan / Dt (tahun)	Umur (Tahun)	Berat Badan / W _b (kg)
1	Simpang empat dengung	0,03396	8,5	288	15	47	67
2	Depan Kantor Stasiun TVRI	0,03811	8	288	4	29	62
3	Perumahan Fakultas Teknik UGM	0,03350	7	288	8	42	67
4	Depan Ruko Janti	0,02905	10	288	8	40	68
5	Depan Kampus UPN	0,02973	8	288	5,5	39,5	76
6	Depan Gereja PCGKBI	0,07450	8	288	13	45	68

4.14 Perhitungan Estimasi Risiko Kesehatan Pemajanan SO₂ menggunakan rata – rata responden berdasarkan titik pemantauan

Perhitungan estimasi risiko kesehatan SO₂ pada rata – rata pedagang yang berada di depan Geraja PCGKBI Medari Sleman sebagai berikut:

$$I_{lifetime} (nk) = \frac{0.0745 \frac{mg}{m^3} \times 0.83 \frac{m^3}{jam} \times 8 \frac{jam}{hari} \times 312 \frac{hari}{tahun} \times 30 \text{ tahun}}{68 \text{ kg} \times 30 \text{ tahun} \times 365 \frac{hari}{tahun}}$$

$$= 0.0078 \text{ mg/kg/hari}$$

$$I_{realtime} (nk) = \frac{0.0745 \frac{mg}{m^3} \times 0.83 \frac{m^3}{jam} \times 8 \frac{jam}{hari} \times 312 \frac{hari}{tahun} \times 40 \text{ tahun}}{68 \text{ kg} \times 30 \text{ tahun} \times 365 \frac{hari}{tahun}}$$

$$= 0.0024 \text{ mg/kg/hari}$$

Pada perhitungan *Intake* non karsinogenik, didapatkan nilai pajanan *realtime* dan *lifetime* secara berturut-turut adalah 0.0024 mg/kg/hari dan 0.0078 mg/kg/hari. Kemudian dilanjutkan perhitungan *Risk Quotient* (RQ) sebagai berikut:

Pada perhitungan *Intake* non karsinogenik, didapatkan nilai pajanan *realtime* sebesar 0.26 mg/kg/hari pada tahun 2018, sedangkan pada pajanan *lifetime* sebesar 0.83 pada titik terhadap responden pedagang di depan kompleks pcgkbi di Kabupaten Sleman di tahun 2018. Kemudian dilanjutkan dengan perhitungan *Risk Quotient* (RQ) sebagai berikut:

Tabel 4.19 Estimasi Resiko Kesehatan SO₂

Lokasi Penelitian	<i>Intake</i> (Realtime)	<i>Intake</i> (Lifetime)	<i>RQ</i> (Realtime)	<i>RQ</i> (Lifetime)
Simpang empat dengung	0,0037	0,0015	0,15	0,40
Depan Kantor Stasiun TVRI	0,0041	0,0004	0,04	0,43
Perumahan Fakultas Teknik UGM	0,0031	0,0006	0,07	0,33
Depan Ruko Janti	0,0039	0,0007	0,08	0,41
Depan Kampus UPN	0,0027	0,0004	0,04	0,29
Depan Gereja PCGKBI	0,0078	0,0024	0,26	0,83

Sumber : Data primer dan sekunder, 2018 – 2020

Bedasarkan hasil tabel diatas didapatkan nilai (RQ) untuk realtime dan lifetime secara rata – rata keseluruhan baik satpam dan pedagang di seluruh lokasi $RQ \leq 1$

Nilai estimasi risiko non karsinogenik (RQ) pada populasi pedagang yang terpajan secara *lifetime* maupun *realtime*, berdasarkan nilai-nilai yang didapatkan didapatkan nilai pajanan *realtime* sebesar 26×10^{-2} mg/kg/hari pada tahun 2018, sedangkan pada pajanan *lifetime* sebesar 083×10^{-2} pada titik terhadap responden di 6 titik pemantauan di Kabupaten Sleman pada tahun 2018. Diketahui bawah pajanan yang mendekati atau melebihi nilai ($RQ \geq 1$) sehingga meningkatkan resiko terkena efek Kesehatan non karsinogenik. Oleh sebab itu diperlukan adanya usaha dalam manajemen risiko yang terdapat diantara lain upaya pengurangan polusi, eliminasi serta manajemen, rekayasa Teknik dan penggunaan APD yang telah memadai.

No	Nama Responden	Konsentrasi SO2 di Udara / C (mg/m ³)	Waktu Paparan / t _E (jam/hari)	Frekuensi Paparan / f _E (hari/tahun)	Durasi Paparan / Dt (tahun)	Umur (Tahun)	Berat Badan / W _b (kg)	R	Intake Lifetime (mg/kg/hari)	Intake Realtime (mg/kg/hari)	RQ Realtime (mg/kg/hari)	RQ Lifetime (mg/kg/hari)	Tingkat Risiko
1	SD 1	0,03396	8	288	33	52	85	0,83	0,0023	0,0028	0,24	0,30	TB
2	SD 2	0,03396	12	288	15	52	74	0,83	0,0018	0,0041	0,19	0,43	TB
3	SD 3	0,03396	8	288	12	48	58	0,83	0,0011	0,0041	0,12	0,43	TB
4	SD 4	0,03396	8	288	10	35	52	0,83	0,0011	0,0046	0,12	0,48	TB
5	SD 5	0,03396	7	288	5	30	62	0,83	0,0004	0,0033	0,04	0,35	TB
6	SD 6	0,03396	8	288	17	62	68	0,83	0,0015	0,0035	0,16	0,37	TB
7	TVRI 1	0,03811	8	288	2	22	60	0,83	0,0044	0,0002	0,02	0,47	TB
8	TVRI 2	0,03811	8	288	3	27	67	0,83	0,0040	0,0003	0,03	0,42	TB
9	TVRI 3	0,03811	8	288	2	25	67	0,83	0,0040	0,0002	0,02	0,42	TB
10	TVRI 4	0,03811	8	288	2	24	54	0,83	0,0049	0,0002	0,03	0,52	TB
11	TVRI 5	0,03811	8	288	2	24	52	0,83	0,0051	0,0003	0,03	0,54	TB
12	TVRI 6	0,03811	6	288	12	52	74	0,83	0,0027	0,0008	0,09	0,29	TB
12	PFTU 1	0,03350	8	288	14	59	78	0,83	0,0030	0,0023	0,11	0,32	TB
14	PFTU 2	0,03350	8	288	14	53	68	0,83	0,0034	0,0034	0,13	0,36	TB
15	PFTU 3	0,03350	6	288	5	42	73	0,83	0,0024	0,0024	0,03	0,25	TB
16	PFTU 4	0,03350	6	288	1	24	52	0,83	0,0034	0,0034	0,01	0,36	TB
17	PFTU 5	0,03350	6	288	2	25	54	0,83	0,0033	0,0033	0,10	0,41	TB
18	PFTU 6	0,03350	8	288	12	46	75	0,83	0,0031	0,0031	0,05	0,47	TB
19	DRJ 1	0,02905	12	288	10	52	78	0,83	0,0039	0,0010	0,10	0,41	TB

No	Nama Responden	Konsentrasi SO2 di Udara / C (mg/m ³)	Waktu Paparan / t _E (jam/hari)	Frekuensi Paparan / f _E (hari/tahun)	Durasi Paparan / Dt (tahun)	Umur (Tahun)	Berat Badan / W _b (kg)	R	Intake Lifetime (mg/kg/hari)	Intake Realtime (mg/kg/hari)	RQ Realtime (mg/kg/hari)	RQ Lifetime (mg/kg/hari)	Tingkat Risiko
20	DRJ 2	0,02905	12	288	4	26	68	0,83	0,0045	0,0004	0,05	0,47	TB
21	DRJ 3	0,02905	12	288	2	24	63	0,83	0,0048	0,0002	0,03	0,51	TB
22	DRJ 4	0,02905	8	288	15	55	70	0,83	0,0029	0,0011	0,12	0,31	TB
23	DRJ 5	0,02905	8	288	15	59	72	0,83	0,0028	0,0011	0,11	0,30	TB
24	DRJ 6	0,02905	8	288	2	24	55	0,83	0,0037	0,0002	0,02	0,39	TB
25	UPN 1	0,02973	8	288	6	41	77	0,83	0,0004	0,0027	0,04	0,29	TB
26	UPN 2	0,0335	8	288	5	38	75	0,83	0,0003	0,0028	0,04	0,29	TB
27	PCGKBI 1	0,0745	12	288	17	51	71	0,83	0,0110	0,0047	0,49	1,16	B
28	PCGKBI 2	0,0745	9	288	15	54	72	0,83	0,0081	0,0030	0,32	0,86	TB
29	PCGKBI 3	0,0745	8	288	2	24	52	0,83	0,0100	0,0005	0,05	1,06	B
30	PCGKBI 4	0,0745	6	288	20	59	73	0,83	0,0053	0,0027	0,28	0,57	TB
31	PCGKBI 5	0,0745	6	288	20	52	68	0,83	0,0057	0,0029	0,30	0,61	TB
32	PCGKBI 6	0,0745	8	288	1	27	71	0,83	0,0073	0,0002	0,02	0,78	TB

B = Berisiko terkena efek kesehatan non karsinogenik

TB = Tidak berisiko terkena efek kesehatan non karsinogenik

4.15 Manajemen Resiko

Dari hasil perhitungan RQ, Pedagang di 6 titik lokasi pemantauan tidak memiliki risiko. Manajemen risiko harus dilakukan ketika nilai $RQ > 1$ tetapi untuk $RQ < 1$ manajemen risiko dapat dilakukan untuk mengetahui batas aman nilai *intake*. Manajemen risiko perlu dilakukan dengan cara memanipulasi nilai *intake* agar nilainya sama dengan RfC. Cara lain untuk manajemen risiko dalam bahaya yang di timbulkan bagi lingkungan antara lain dengan cara mengontrol bahaya. Mengontrol bahaya bisa dilakukan dalam 3 tahap yaitu kontrol pada sumber, kontrol pada lingkungan dan kontrol pada target atau manusia (Yassi, *et al*, 2001).

Manajemen risiko merupakan upaya yang dilakukan dalam melindungi individu/populasi yang memiliki risiko terpajan dengan melakukan berbagai cara, seperti meminimalkan dan/atau menghindari kontak langsung maupun menggunakan alat pelindung. Pada penelitian ini manajemen risiko yang dilakukan terhadap salah satu pedagang yang berada di depan PCGKBI medari sleman yang memiliki nilai $RQ \geq 1$ Cara yang pertama dilakukan setelah melakukan analisis adalah mengurangi konsentrasi dari pajanan SO_2 serta melakukan pengurangan waktu kontak pekerja dengan SO_2 . Untuk mengetahui batas aman konsentrasi SO_2 maka digunakan persamaan sebagai berikut:

$$C_{SO_2 \text{ aman}} = \frac{RfC \times Wb \times tavg}{R \times te \times fe \times Dt}$$
$$C_{SO_2 \text{ aman}} = \frac{0,00945 \times 68 \times 30 \times 365}{0,83 \frac{mg}{m^3} \times 8 \times 312 \times 30}$$
$$= 0,011 \text{ mg/m}^3$$

Hasil dari perhitungan didapatkan 0.011 mg/m^3 pada responden pedagang dengan asumsi berat badan responden 52 kg dengan lama pajanan 8 jam/hari dan durasi pajanan 30 tahun ke depan selama pedagang masih bekerja di lokasi titik pemantauan dengan asumsi 6 hari kerja sehingga 312 hari/tahun. Nilai tersebut masih berada di bawah Nilai

Ambang Batas (NAB) konsentrasi SO₂ sebesar 900 (µg/Nm³) atau 0,900 mg/m³.

Manajemen Risiko untuk bahaya lingkungan dapat dilakukan dengan cara mengontrol bahaya yang akan ditimbulkan dapat dilakukan dengan mengurangi durasi pajanan pada pedagang.

$$tE = \frac{RfC \times Wb \times tavg}{C \times Rx \times Dt \times Te}$$
$$tE = \frac{0.00945 \times 52 \times 10950}{0.0745 \times 0.83 \times 30 \times 312} = 9 \text{ jam/hari}$$

Bedasarkan perhitungan tersebut dengan menggunakan konsentrasi tertinggi / maksimum didapatkan nilai tE aman sebesar 9 jam/hari, atau dapat diartikan untuk lama bekerja setiap harinya hanya selama 9 jam untuk 30 tahun ke depan.

Adapun perhitungan manajemen risiko dengan mencari frekuensi pajanan (f_E) aman (maksimum) sebagai berikut:

$$f_E = \frac{RfC \times Wb \times tavg}{C \times r \times Dt \times tE}$$
$$f_E = \frac{0.00945 \times 52 \times 10950}{0.0745 \times 0.83 \times 30 \times 12} = 241 \text{ hari/tahun}$$

Dari hasil diatas dapat diketahui bahwa salah satu pedagang yang berada di depan Gereja PCGKBI Medari Sleman dengan berat badan 52 kg, terpajan konsenrasi SO₂ setiap hari selama 9 jam dengan konsentrasi SO₂ sebesar 0.0745 mg/m³ maka dapat disimpulkan bahwa frekuensi pajanan aman jika digunakan 30 tahun mendatang selama 241 hari kerja/tahun.

4.16 Pembahasan

Konsentrasi pajanan SO₂ terhadap pedagang yang dijadikan perhitungan sangat bergantung pada kondisi pencemaran udara ambien yang terjadi di lingkungan titik pemantauan. Sedangkan variabel waktu jam kerja selama 12jam/hari sesuai keterangan

dari salah satu pedagang yang berada didepan Gereja PCGKBI Medari Sleman. Hasil perhitungan dari langkah manajemen risiko yang dilakukan terhadap konsentrasi, lama dan frekuensi sebagai berikut 0.011 mg/m^3 , 9 jam/hari, 241 hari/tahun. Dengan begitu upaya pengendalian dalam mengendalikan efek non karsinogenik bagi pedagang dengan konsentrasi SO_2 sebesar 0.0745 mg/m^3 dengan lama pajanan 12 jam, frekuensi pajanan 312 hari/tahun dengan berat badan sebesar 52 kg sebaiknya menetapkan durasi bekerja paling lama 9 jam/hari dengan maksimal bekerja dalam setahun selama 241 hari/tahun.

Durasi pajanan pada pedagang yang memiliki nilai $\text{RQ} \geq 1$ yang berarti dapat mengalami efek non karsinogenik dapat diketahui bahwa durasi pajanan yang dapat menimbulkan efek kesehatan non karsinogenik adalah selama 30 tahun. Bagi para pedagang yang sudah bekerja selama 30 tahun di titik pemantauan maka berpotensi terpapar SO_2 dengan nilai $\text{RQ} \geq 1$ atau berpotensi mengalami efek gejala non karsinogenik. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Mahawati (2005), dimana semakin lama pekerja terpapar akan berpengaruh pada derajat toksisitas yang dialami pekerja karena adanya akumulasi zat toksik dalam tubuh. Sehingga perlu dilakukannya komunikasi resiko dengan pedagang yang durasi pajanan nya memiliki nilai $\text{RQ} \geq 1$.

Hujan asam merupakan indikator untuk mengetahui kondisi pencemaran udara. Pada udara atmosfer, presipitasi basah dari polutan di udara dapat larut dalam awan dan jatuh ke bumi dalam bentuk hujan, salju, dan kabut. Menurut smith (2015) Polutan SO_2 dalam butir-butir air hujan akan membentuk asam sulfat dan asam nitrat dapat menjadikan pH air hujan kurang dari 5,60. Lebih dari 90% emisi SO_2 berasal dari kegiatan manusia. Senyawa sulfat dan nitrat itu akan berpindah dari atmosfer ke permukaan bumi melalui presipitasi dan deposisi secara langsung yang dikenal dengan istilah deposisi basah dan deposisi kering. Akibat adanya pencemaran udara yang tinggi, daerah-daerah yang padat industri ataupun kendaraan bermotor terutama Kota besar di indonesia telah mengalami hujan asam. Endapan asam yang dihasilkan menyebabkan kerusakan lingkungan yang serius terhadap ekosistem air, tanah, serta bangunan, dan gedung-gedung.

4.17 Komunikasi Risiko

Dari hasil yang didapat dengan titik pemantauan di seluruh lokasi sampel rata – rata nilai yang didapatkan masih dibawah $RQ \leq 1$ namun terdapat 2 pedagang yang berlokasi didepan PCGKBI Medari Sleman yang memiliki nilai $RQ \geq 1$ sebaiknya segera dilakukan upaya agar pengendalian terhadap pedagang pegawai agar tidak terpapar SO_2 secara langsung yang terbawa oleh angin yang berakibat buruk pada kesehatannya. Dilakukannya pengurangan jam berjualan atau bergantian dengan orang lain dalam menjaga toko setiap 9 jam. Karena dengan pengurangan jam kerja diharapkan mengurangi waktu serta frekuensi pajanan yang ada. Penggunaan APD seperti masker dapat dikatakan menjadi hal yang penting dengan harapan dapat mereduksi kandungan gas SO_2 agar tidak terpajan secara langsung kedalam tubuh manusia.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Perbandingan antara jumlah kendaraan yang berada di Kabupaten Sleman mengalami penurunan yang tergolong signifikan. Berdasarkan data pada tahun 2017 hingga 2018 mengalami penurunan jumlah kendaraan. Hal tersebut terjadi akibat kebijakan dari pemerintah untuk menerapkan kebijakan penggunaan katalisator konverter pada setiap kendaraan bermotor yang ditujukan untuk menunjang penerapan standart emisi Euro-4 sehingga berpengaruh terhadap jumlah kendaraan yang memenuhi standar tersebut. Berdasarkan anallisis faktor meteorologi yang telah dilakukan, kelembapan udara merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap konsentrasi SO₂ di udara.
2. Hasil dari nilai intake *realtime* dan *lifetime* untuk pedagang yang berada di 5 titik pemantauan Kabupaten Sleman masih berada di nilai RQ < 1 untuk daerah pemantauan depan PCGKBI Medari Sleman terdapat 2 pedagang yang memiliki RQ ≥ 1 . sehingga nilai *realtime* maupun *lifetime* sehingga masih berada di batas aman agar tidak timbul risiko kesehatan akibat paparan SO₂ di lokasi pemantauan terkecuali pada lokasi depan PCGKBI Medari Sleman khususnya kepada 2 pedagang yang berada dilokasi tesebut. Berdasarkan penelitian diatas diperlukannya tindakan untuk mengurangi risiko agar tidak menyebabkan pemyakit kedepannya, seperti regulasi pembatasan penggunaan kendaraan pribadi penggunaan armada yang ramah lingkungan, melakukan rekayasa lalu lintas untuk menghindari kemacetan, memperbanyak ruang terbuka hijau, gencar melaksanakan uji emisi kendaraan, dan penggunaan masker kepada para pedagang.

5.2 Saran

1. Bagi Pemerintah Daerah Sleman
 - A. Melakukan pencangan program Ruang Terbuka Hijau (RTH) yang dilakukan secara berkala dengan harapan dapat mengurangi tingkat konsentrasi polutan secara komunal.
 - B. Dilengkapinya data – data pelengkap seperti data meteorologi dengan harapan dapat menambah informasi kepada masyarakat.
 - C. Perlu adanya data informasi tambahan kepada masyarakat terhadap akibat yang akan ditimbulkan mengenai polutan SO₂
2. Bagi pedagang dan Satpam
 - A. Penggunaan APD seperti masker sangatlah diperlukan baik dalam kondisi sehat maupun sakit dengan harapan dapat mengurangi potensi yang ditimbulkan dari polusi udara.
3. Bagi peneliti selanjutnya

Perlu ditambahkan nya variabel objek pajanan konsentrasi SO₂ seperti petugas parkir yang berada di basement Gedung dan pekerja ojek pangkalan yang berada di badan jalan sehingga diharapkan dapat memberi variasi informasi yang lebih variatif dan informatif akan bahaya yang ditimbulkan dari pajanan konsentrasi SO₂.

Daftar Pustaka

- Alfiah, T. (2009). *Pencemaran Udara Teknik Lingkungan*. Surabaya : Teknik Lingkungan ITATS.
- Gindo S, A. &. (2007). Pengukuran Partikel Udara (TSP, PM10, PM2,5) di sekitar calon lokasi PLTN Semenanjung Lemahabang.
- kuncoro, s. (2011). *Global warming, food and water problems solution*. yogyakarta: Gadjah Mada University Press .
- Marga, D. J. (1997). *manual kapasitas jalan indonesia*. jakarta.
- Mukono, H. (2011). *Prinsip Dasar Kesehatan Lingkungan*. Surabaya : Unair.
- Muziansyah, D. D. (2015). Model Emisi Gas Buangan Kendaraan Bermotor Akibat Aktivitas Transportasi. *Studi Kasus, Terminal Pasar Bawah Ramayana Kota Bandar Lampung*, 57 - 70.
- Ramadhona, M. (2014). Analisis Risiko Kesehatan Paparan Amonia (NH₃) Pada Karyawan Di Area Produksi Amonia PT. Pupuk Sriwidjaya Palembang.
- Rianty. (2015). polusi air dan udara. *Jurnal Tata Loka*, 28.
- rizal, s. (2018). hubungan aktivitas ekonomi masyarakat kota dengan pencemaran udara di Bandung Raya. 2.
- Saputri, M. D. (2014). *evaluasi lokasi existing shelter dan karakteristik penggunaan bus rapid transit (BRT) trans semarang*. yogyakarta : Fakultas Geografi UGM.
- Sastrawijaya, A. T. (2009). *Pencemaran Lingkungan* . Jakarta : Rineka Cipta.
- Soedomo, M. (2001). *Kumpulan Karya Ilmiah Pencemaran Udara*. Bandung: ITB.
- stantinova, D. B. (2012). Pengaruh Kecepatan Angin, Kelembaban dan Suhu Udara Terhadap Konsentrasi Gas Pencemar Sulfur Dioksida (SO₂) Dalam Udara Ambien di Sekitar PT. Inti General Yaja Steel Semarang.
- Statistik, B. P. (2016 - 2018). *Statistik Penduduk*.
- Sulfur Dioxide. (1999). *US Departmen Of Health And Human Services, Public Health Service*.

- tika. (2010). *toksikologi lingkungan*. depok: program sarjana departemen geografi universitas indonesia .
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 41 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara
- Dinas Lingkungan Hidup. (2018). *Analisa Hasil Pemantauan Kualitas Udara Kota Yogyakarta*. Yogyakarta : Dinas Lingkungan Hidup
- Badan Lingkungan Hidup. (2013). *Status Lingkungan Hidup Daerah Istimewa Yogyakarta*. Yogyakarta : Badan Lingkungan Hidup
- Badan Lingkungan Hidup. (2014). *Status Lingkungan Hidup Daerah Istimewa Yogyakarta*. Yogyakarta : Badan Lingkungan Hidup
- Badan Lingkungan Hidup. (2015). *Status Lingkungan Hidup Daerah Istimewa Yogyakarta*. Yogyakarta : Badan Lingkungan Hidup
- Badan Lingkungan Hidup. (2016). *Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah*. Yogyakarta : Badan Lingkungan Hidup
- Badan Lingkungan Hidup. (2017). *Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah*. Yogyakarta : Badan Lingkungan Hidup
- Badan Lingkungan Hidup. (2018). *Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah*. Yogyakarta : Badan Lingkungan Hidup