



RISIKO PAPARAN SULFUR DIOKSIDA (SO₂) PADA PETUGAS STASIUN PENGISIAN BAHAN BAKAR UMUM (SPBU)

RISK OF SULFUR DIOXIDE (SO₂) EXPOSURE TO PUBLIC FUEL FILLING STATION (SPBU) OFFICERS

Sri Rejeki R. Takuloe¹, Herlina Jusuf², Moh. Rivai Nakoe^{3*}, Nikmatisni Arsad⁴

^{1,2,3,4} Jurusan Kesehatan Masyarakat, Fakultas Olahraga dan Kesehatan, Universitas Negeri Gorontalo

Article Info:

DOI: [10.37905/jje.v2i2.20345](https://doi.org/10.37905/jje.v2i2.20345)

Received August 1 2023;

Accepted September 21 2023;

Published October 10 2023.

*Correspondence author:

Moh. Rivai Nakoe, Jurusan
Kesehatan Masyarakat,
Fakultas Olahraga dan
Kesehatan, Universitas Negeri
Gorontalo. e-mail:
rivai@ung.ac.id

Abstrak

Sulfur dioksida atau SO₂ merupakan polutan klasik, tidak berwarna, jernih, berbau tajam atau menyengat, dan membahayakan manusia. Petugas SPBU mempunyai risiko yang cukup besar terkena paparan Sulfur Dioksida (SO₂) baik dari emisi kendaraan bermotor maupun dari uap bahan bakar. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko kesehatan akibat paparan SO₂ pada petugas SPBU. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif dengan metode ARKL, dimana pengambilan sampel objek dilakukan di dua titik dan subjek sebanyak 10 responden. Pengukuran dilakukan oleh petugas dari BTKLPP Manado dengan menggunakan alat Impinger Sampler. Konsentrasi SO₂ di udara ambien SPBU pada pagi sebesar 104 µg/Nm³ dan sore 134 µg/Nm³. Intake realtime SO₂ berkisar 0.002072485-0.010227126 mg/kg/hari. Risk quotient berkisar 0.079710956-0.393351017 mg/kg/hari (RQ ≤ 1, tidak berisiko). Konsentrasi SO₂ yang masih berada di bawah dan masih aman serta tidak berisiko non karsinogenik bagi petugas SPBU. Disarankan kepada petugas SPBU dapat menjaga kebersihan, mengonsumsi makanan bergizi dan menggunakan masker saat bekerja.

Kata Kunci: Sulfur Dioksida, ARKL, SPBU.

Abstract

Sulfur Dioxide or SO₂ is a classic pollutant, colorless, sharp odor, and harmful to humans. Gas station workers have a significant risk of being exposed to Sulfur Dioxide (SO₂) both from motorized vehicle emissions and from fuel vapors. This study aims to analyze the health risk due to SO₂ exposure by gas station workers. This research is a quantitative descriptive study using HRE method, where object sampling is carried out at two points and 10 respondents as subjects. Air sample testing was carried out at the Environmental Health and Disease Control Center Laboratory. The SO₂ concentration in the gas station ambient air in the morning was 104 µg/Nm³ and 134 µg/Nm³ in the afternoon. SO₂ intake realtime ranges from 0.002072485 to 0.010227126 mg/kg/day. The risk quotient ranged from 0.079710956 to 0.393351017 mg/kg/day (RQ ≤ 1, no risk). Concentration of SO₂ was still below and still safe and not at risk of non-carcinogenic at gas station workers. It is suggested that gas station workers maintain personal hygiene, eat nutritious food, and wear masks while working.

Keywords : Sulfur Dioxide, ARKL, gas stations

PENDAHULUAN

Udara merupakan campuran dari berbagai macam gas. Komponen untuk udara normal terdiri dari gas nitrogen 78,1%, oksigen 20,93%, dan karbon dioksida 0,3% sementara selebihnya terdiri dari gas argon, neon krypton, xenon, dan helium. Di dalam udara terdapat uap air, debu, bakteri, spora dan sisa-sisa tumbuhan (Sumampow, 2019).

Pertumbuhan sektor transportasi semakin menunjukkan peningkatan setiap tahun. Kondisi peningkatan tersebut, selain memberikan dampak positif terhadap perekonomian, di sisi lain juga memberi dampak negatif berupa pencemaran udara akibat peningkatan emisi kendaraan. Hal ini memberikan kontribusi besar dalam menurunkan kualitas udara yang dapat mengganggu kesehatan dan bahkan keseimbangan iklim global (Masito, 2018).

Paparan pencemaran udara didunia telah melebihi batas maksimum, seperti dikeluarkan oleh *World Health Organization* (WHO) sekitar 80% manusia sudah terpapar, polusi udara juga dapat menyebabkan meningkatnya angka kematian manusia. Pencemaran udara di Indonesia mengakibatkan 16.000 kematian setiap tahunnya, 1 dari 10 orang menderita infeksi saluran pernapasan atas dan 1 dari 10 anak menderita asma.

Pencemaran udara didasarkan pada baku mutu udara ambien menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan nomor 14 Tahun 2020 tentang Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU), yang meliputi parameter Karbonmonoksida (CO), Ozon (O₃), Nitrogen Oksida (NO₂), Sulfur Dioksida (SO₂), Hidrokarbon (HC), Partikulat (PM_{2,5}), dan Partikulat (PM₁₀). Jenis pencemaran yang paling banyak timbul adalah pencemaran udara berupa peningkatan kadar Sulfur Dioksida (SO₂) akibat proses pembakaran tidak sempurna yang dikeluarkan oleh kendaraan terutama kendaraan yang umur mesinnya sudah tua.

Menurut data dari Badan Pusat Statistik Kota Gorontalo menunjukkan jumlah kendaraan roda dua lebih banyak dari pada jenis kendaraan yang lain yaitu pada tahun 2019 sebanyak 36.556 unit

sedangkan pada tahun 2020 terjadi peningkatan sehingga menjadi 37.183 unit dengan besar presentase 1,6%. Peningkatan jumlah kendaraan dikhawatirkan akan lebih meningkat lagi tahun yang akan datang khususnya untuk kendaraan bermotor yang dapat berakibat terhadap penurunan kualitas udara.

Kendaraan bermotor dapat menghasilkan sumber pencemar udara karena di dalam bahan bakar kendaraan terdapat senyawa belerang, dampak kendaraan bermotor dapat menghasilkan Sulfur Dioksida (SO₂). Sulfur dioksida adalah gas jernih yang tidak berwarna juga merupakan bagian dari pencemar udara. Jumlah SO₂ berasal dari oksidasi H₂S adalah 80%. Sisa 20% lagi merupakan hasil ulah manusia yakni akibat bahan bakar yang mengandung belerang dan pelelehan logam non-ferro, kilang minyak, dan letusan gunung.

Jenis polutan SO₂ adalah polutan yang bersifat iritan terhadap saluran pernapasan manusia. Pada paparan jangka pendek dalam konsentrasi rendah pun dapat menimbulkan efek negatif terhadap kesehatan terutama saluran pernapasan manusia. Pada penelitian ini keluhan subyektif gangguan pernapasan diperjelas dengan jenis kelamin, usia, berat badan, laju inhalasi, waktu pajanan, frekuensi pajanan, durasi pajanan, dan intake/asupan.

Dampak gas sulfur dioksida terhadap kesehatan manusia dan hewan adalah terganggunya saluran pernapasan dan iritasi mata. Pada konsentrasi yang sangat tinggi dapat menimbulkan kematian. Konsentrasi SO₂ sampai 38 ppm terjadi di Belgia mengakibatkan 60 orang tewas serta ratusan sapi dan ternak lainnya mati (Damri dkk, 2016).

Selain di udara lalu lintas keberadaan gas Sulfur Dioksida (SO₂) juga dapat berada di udara ambien Stasiun Pengisian Bahan Bakar (SPBU) Dimana SO₂ dapat dihasilkan dari emisi kendaraan ketika mengantri pengisian bahan bakar dan tidak mematikan mesin serta berjalan setelah mengisi bahan bakar.

SPBU 74.962.27 Kota Gorontalo merupakan salah satu SPBU yang berada di Kota Gorontalo tepatnya berada di jalan panjaitan, posisi SPBU



yang strategis yaitu berada dipusat Kota Gorontalo dimana banyak kendaraan yang lalu lalang setiap harinya menjadikan SPBU ini selalu ramai pengunjung dan menjadi pilihan masyarakat untuk mengisi bahan bakar. Operator SPBU sebagai kelompok pekerja yang berperan penting dalam melakukan pelayanan memiliki risiko terpapar dengan bahan pencemar seperti SO_2 untuk setiap harinya, pajanan dengan dosis yang tinggi dan dalam waktu yang lama dapat berdampak pada kesehatan operator SPBU.

Suatu metode yang dapat digunakan untuk menghitung estimasi atau perkiraan terhadap risiko paparan Sulfur Dioksida (SO_2) dan tingkat risiko kesehatan yang dialami oleh pekerja sepanjang hidupnya adalah metode ARKL. Analisis risiko kesehatan lingkungan (ARKL) adalah sebuah proses yang dimaksudkan untuk menghitung atau memprakirakan risiko pada kesehatan manusia, termasuk juga identifikasi terhadap keberadaan faktor ketidakpastian, penelusuran pada pajanan tertentu, memperhitungkan karakteristik yang melekat pada agen yang menjadi perhatian dan karakteristik dari sasaran yang spesifik (Dirjen PP dan PL, 2012).

Berdasarkan uraian di atas, dapat di ketahui bahwa petugas SPBU di stasiun pengisian bahan bakar minyak (SPBU) memiliki risiko untuk terkena paparan gas Sulfur Dioksida (SO_2) selama bekerja. Sehingga hal inilah yang melatarbelakangi penulis untuk melakukan penelitian ini tentang analisis risiko lingkungan paparan gas SO_2 pada petugas SPBU Kota Gorontalo tahun 2023.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif dengan metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat risiko kesehatan akibat pajanan SO_2 terhadap kesehatan operator SPBU. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2023. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh operator SPBU yang berjumlah 10 orang yang berjenis kelamin laki-laki. Variabel dalam penelitian ini adalah konsentrasi SO_2 pada

petugas stasiun pengisian bahan bakar umum (SPBU) di Kota Gorontalo dan karakteristik responden (usia, jenis kelamin, berat badan, laju inhalasi, lama pajanan, frekuensi pajanan, durasi pajanan, intake/asupan).

Data yang diperoleh dari hasil penelitian merupakan data yang diperoleh langsung oleh peneliti dari responden dengan melakukan pengamatan dan wawancara yang berpedoman pada kuesioner yang meliputi karakteristik risiko (usia, jenis kelamin, berat badan, laju inhalasi, lama pajanan, frekuensi pajanan, durasi pajanan, intake/asupan).

Pada penelitian ini sampel udara ambien pengukuran konsentrasi Sulfur Dioksida (SO_2) dengan menggunakan alat Impinger Sampler. Pengukuran dilakukan pada 1 titik dengan 2 kali pengulangan pengukuran yaitu pada jam 07.00-08.00, 16.00-17.00 karena pada jam tersebut waktu padat kendaraan di SPBU 74.962.27 Kota Gorontalo. Pengukuran dilakukan pada lokasi yang konsentrasi pencemarnya tinggi dan mewakili wilayah studi yaitu di sekitar area pompa tangki bahan bakar. Pengukuran dilakukan oleh petugas dari Balai Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit (BTKLPP) Manado dengan menggunakan alat Impinger Sampler. Teknik pengambilan sampel dilakukan sesuai dengan SNI. 19-7119.7-2017.

HASIL

a. Karakteristik Antropometri Petugas

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di SPBU 74.962.27 Kota Gorontalo, di dapatkan distribusi jenis kelamin, usia dan berat badan petugas SPBU sebagai berikut :

Tabel 1. Distribusi Jenis Kelamin, Usia dan Berat Badan Petugas SPBU Kota Gorontalo

Responden	Jenis Kelamin	Umur	Berat Badan (Kg)
1	L	52	56
2	L	35	55
3	L	52	46
4	L	26	45
5	L	39	55

Responden	Jenis Kelamin	Umur	Berat Badan (Kg)
6	L	52	54
7	L	42	60
8	L	45	62
9	L	46	58
10	L	43	55
Mean		43,2	54,6
Min		26	45
Max		52	62

Dari tabel 1 dapat dilihat bahwa semua petugas SPBU 74.962.27 Kota Gorontalo memiliki jenis kelamin laki-laki dengan nilai mean (rata-rata) umur petugas yaitu sebesar 43,2 dan umur maksimal 52 tahun serta umur minimal 26 tahun. Berat badan tertinggi pada petugas yaitu 62 Kg dengan nilai minimal 45 Kg dan nilai mean (rata-rata) yaitu 54,6 Kg.

b. Pola Aktivitas Petugas SPBU

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di SPBU 74.962.27 Kota Gorontalo, di dapatkan distribusi durasi pajanan, waktu pajanan dan frekuensi pajanan petugas SPBU sebagai berikut :

Tabel 2. Distribusi Durasi Pajanan, Waktu Pajanan dan Frekuensi Pajanan Petugas SPBU Kota Gorontalo

Respon	Durasi Pajanan (Tahun)	Waktu Pajanan (Jam)	Frekuensi Pajanan (Hari)
1	10	8	365
2	6	8	365
3	12	8	365
4	8	8	365
5	5	8	365
6	8	8	365
7	15	8	365
8	20	8	365
9	20	8	365
10	6	8	365
Mean	11	8	365
Min	5	8	365
Maks	20	8	365

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa durasi pajanan tertinggi 20 tahun dan nilai minimal 5 tahun serta nilai rata-rata yaitu 11 tahun. Waktu pajanan pada petugas SPBU di Kota Gorontalo memiliki pajanan yang sama yaitu selama 8

jam/hari. Petugas SPBU Kota Gorontalo memiliki frekuensi pajanan yang sama yakni selama 305 hari/tahun.

c. Konsentrasi SO₂

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di SPBU 74.962.27 Kota Gorontalo didapatkan hasil konsentrasi Gas SO₂ sebagai berikut :

Tabel 3. Konsentrasi SO₂ SPBU Kota Gorontalo

Waktu Pengambilan Sampel	Konsentrasi µg/Nm ³	NAB µg/Nm ³	Keterangan
Sabtu (11 Maret 2023) 07.00-08.00 WITA	103.05	150	MS
Sabtu (11 Maret 2023) 16.00-17.00 WITA	134.54	150	MS

Berdasarkan tabel 3 dapat dilihat bahwa nilai konsentrasi SO₂ di SPBU 74.962.27 pada pagi hari adalah 103,05 µg/Nm³ dan sore hari sebesar 134.54 µg/Nm³. Hasil pengukuran SO₂ tertinggi pada sore hari yakni sebesar 134.54 µg/Nm³ dan nilai rata-rata untuk pagi dan sore sebesar 118,795 µg/Nm³. Konsentrasi SO₂ di SPBU 74.962.27 masih dibawah nilai NAB SO₂ sebesar 150 µg /Nm³ (1 jam).

d. Parameter Meteorologi

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di SPBU 74.962.27 Kota Gorontalo, didapatkan hasil pengukuran parameter meteorologi seperti suhu, kelembaban dan kecepatan angin, sebagai berikut :

Tabel 4 Parameter Meteorologi di Udara SPBU Kota Gorontalo

Waktu	Parameter Meteorologis		
	Suhu (C)	Kelembaban (%)	Kecepatan Angin (m/s)
Sabtu (11 Maret 2023) 07.00-08.00 WITA	30,2	68,75	0,9
Sabtu (11 Maret 2023)	26,9	52,67	1,3

16.00-17.00
WITA

Berdasarkan tabel 4 dapat dilihat bahwa suhu pada waktu pagi hari sebesar 30,2°C memiliki kelembaban 68,75°C dan kecepatan angin sebesar 0,9 m/s sementara suhu pada sore hari 26,9 °C dengan kelembaban 52,67% dan kecepatan angin 1,3m/s.

e. Identifikasi Bahaya

Identifikasi bahaya merupakan langkah pertama dalam metode ARKL yang digunakan untuk menentukan apakah paparan terhadap agen risiko dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya masalah kesehatan yang dapat membahayakan manusia. Berikut tabel identifikasi bahaya dari SO₂ :

Tabel 5 Identifikasi Bahaya SO₂

Identifikasi	Uraian
Agen risiko spesifik	Sulfur Dioksida (SO ₂)
Media lingkungan yang potensial	Udara Ambien
Konsetrasi risiko	150 µg/Nm ³ atau 0,15 mg/m ³
Konsentrasi terukur	Pagi 104 µg/Nm ³ atau 0,104 mg/m ³ Sore 134 µg/Nm ³ atau 0,134 mg/m ³
Bahaya Kesehatan yang potensial	SO ₂ dapat menyebabkan iritasi pada paru-paru yang menyebabkan timbulnya kesulitan bernapas, terutama pada orang yang menderita asma, anak-anak dan lansia.

Analisis Dosis Respon

Rfc adalah dosis suatu agen risiko yang dijadikan nilai referensi untuk nilai aman bagi tubuh pada efek non karsinogenik (Dirjen PP&PL, 2012). Analisis dosis respon digunakan untuk menetapkan nilai toksitas agen risiko yang diestimasi tidak menimbulkan risiko atau gangguan kesehatan meskipun paparan nya terjadi selama bertahun-tahun. Dosis referensi SO₂ sudah tersedia dalam buku primer standar NAAQS (EPA, 1990) sehingga tidak perlu lagi

diturunkan, untuk nilai RfC SO₂ yaitu 0,026 mg/kg/hari.

f. Analisis Paparan

Konsentrasi SO₂ atau intake adalah jumlah asupan agen risiko yang masuk kedalam tubuh melalui inhalasi. Analisis paparan dilakukan dengan menghitung asupan agen risiko yang diterima rata-rata sampel/ berat badan/ hari. Intake yang dihitung pada penelitian ini merupakan intake non karsinogenik. Intake non karsinogenik di hitung untuk paparan realtime atau lama petugas bekerja diarea penelitian sampai saat penelitian di lakukan. Dalam menghitung intake non karsinogenik nilai antropometri dan pola aktivitas yang digunakan yaitu nilai mean. Untuk nilai tavg non karsinogenik menggunakan nilai 30 tahun x 365 hari/tahun.

g. Intake Realtime Petugas SPBU

Berikut hasil perhitungan nilai intake petugas SPBU Kota Gorontalo pada pagi dan sore hari:

Tabel 6 Intake Realtime SO₂ Nonkarsinogenik

Responden	Pagi (mg/kg/hari)	Sore (mg/kg/hari)
1	0.004070952	0.00529619
2	0.002486982	0.003235491
3	0.00594713	0.007737043
4	0.004052859	0.005272652
5	0.002072485	0.002696242
6	0.003377383	0.004393877
7	0.005699333	0.007414667
8	0.007353978	0.009567312
9	0.007861149	0.010227126
10	0.002486982	0.003235491

Berdasarkan tabel 6 dapat dilihat bahwa dari 10 petugas SPBU 74.962.27 di Kota Gorontalo nilai intake tertinggi pada sore hari dengan nilai sebesar 0.010227126 mg/kg/hari, sedangkan nilai intake terendah yaitu pada pagi hari dengan nilai 0.002072485 mg/kg/hari.

h. Karakterisasi Risiko

Berikut tabel hasil perhitungan karakterisasi risiko atau risk quotient pada petugas SPBU Kota Gorontalo :

Tabel 7 Nilai RQ Petugas SPBU

Responden	Pagi (mg/kg/hari)	Sore (mg/kg/hari)
1	0.156575092	0.203699634
2	0.095653147	0.124441958
3	0.228735786	0.297578595
4	0.155879202	0.202794302
5	0.079710956	0.103701632
6	0.129899335	0.168995252
7	0.219205128	0.285179487
8	0.282845327	0.367973532
9	0.302351901	0.393351017

Responden	Pagi (mg/kg/hari)	Sore (mg/kg/hari)
10	0.095653147	0.124441958

Berdasarkan tabel 7 dapat dilihat bahwa seluruh petugas SPBU memiliki nilai $RQ \leq 1$ yang berarti tidak berisiko/ aman. Petugas SPBU memiliki nilai RQ rendah karena dipengaruhi oleh intake yang diterima juga cukup rendah. Dari hasil perhitungan RQ tertinggi pada petugas YL yaitu 0.393351017 mg/kg/hari dan RQ terendah pada petugas RK 0.079710956 mg/kg/hari.

PEMBAHASAN

a. Karakteristik Antropometri Petugas

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh petugas SPBU 74.962.27 Kota Gorontalo berjumlah 10 orang yang semuanya memiliki jenis kelamin laki-laki. Kapasitas paru yang dimiliki oleh laki-laki berbeda dengan perempuan. Kapasitas paru yang tidak normal kebanyakan dialami oleh laki-laki karena lebih banyak melakukan aktivitas diluar rumah dan sering terpapar oleh risk agen di lingkungan kerja (Wijiarti dkk, 2016).

Rata-rata umur petugas SPBU 74.962.27 Kota Gorontalo 43,2 tahun dan yang paling tua 52 tahun. Usia yang semakin bertambah menjadi salah satu faktor risiko gangguan kesehatan karena dengan usia yang semakin tua maka daya tahan tubuh semakin berkurang. Menurut ((Wijiarti dkk, 2016) umur dapat berpengaruh terhadap toksisitas polutan udara karena pada usia lanjut (>45 tahun) terjadi penurunan fungsi organ tubuh sehingga mempengaruhi metabolisme dan penurunan kerja.

Berat badan rata-rata seluruh petugas SPBU 74.962.27 Kota Gorontalo adalah 54,6 kg dan berat badan tertinggi 62 kg. Berat badan dapat mempengaruhi besar atau kecilnya dosis yang diterima seseorang. Menurut (Alchamdani, 2019) berat badan yang ringan akan memiliki risiko lebih besar karena intake yang diterima tubuh juga semakin besar, perbedaan berat badan individu menyebabkan kecepatan metabolisme zat kimia dalam tubuh.

b. Konsentrasi SO₂

Hasil pengukuran konsentrasi Sulfur Dioksida (SO₂) di udara ambien SPBU 74.962.27 Kota Gorontalo menunjukkan bahwa dari dua kali pengukuran pada pagi hari 104 µg/Nm³ dan sore hari 134 µg/Nm³, konsentrasi SO₂ tidak melebihi baku mutu tetapi sudah mendekati nilai ambang batas yang ditetapkan melalui Peraturan Pemerintah No 22 Tahun 2021 yaitu sebesar 150 µg/Nm³ dalam waktu 1 jam. Tinggi dan rendahnya konsentrasi SO₂ sangat dipengaruhi oleh faktor meteorologi suhu, kelembaban udara dan kecepatan angin.

Cuaca di SPBU Kota gorontalo pada pagi hari cerah, dan pengukuran di sore hari cerah tetapi pada saat pengambilan sampel udara cuaca berubah mendung. Hasil pengukuran konsentrasi SO₂ pada sore hari sudah hampir mendekati baku mutu dengan konsentrasi terukur 134 µg/Nm³ dan nilai ambang batas SO₂ 150 µg/Nm³. Konsentrasi SO₂ memungkinkan untuk bisa melebihi baku mutu tetapi karena dipengaruhi juga oleh cuaca yang mendung dan pengukuran yang hanya dilakukan 1 hari dengan 2 kali pengambilan sampel sehingga hasil pengukuran lapangan masih berada di bawah baku mutu yang ditetapkan.

Peranan faktor meteorologi seperti suhu, kelembaban udara, dan kecepatan angin sangat mempengaruhi konsentrasi polutan-polutan yang berasal dari aktivitas transportasi maupun industri di udara ambien. Hal ini sejalan dengan penelitian (Istikharotun ddk, 2016) unsur



meteorologi berpengaruh besar pada disperse dan penyisihan pencemaran udara secara alami.

Suhu di SPBU 74.962.27 Kota Gorontalo pada pengukuran di pagi hari pukul 07.00-08.00 WITA sebesar 30,2 °C dengan konsentrasi SO₂ 103,05 µg/Nm³ yang lebih rendah konsentrasinya daripada pengukuran di sore hari pukul 16.00-17.00 WITA dengan suhu 26,9 °C dan konsentrasi SO₂ sebesar 134.54 µg/Nm³ yang berarti ketika suhu udara tinggi maka konsentrasi SO₂ rendah sehingga konsentrasi SO₂ lebih tinggi pada pengukuran di sore hari dari pada pagi hari.

Kecepatan angin di SPBU 74.962.27 pada pagi hari sebesar 0,9 m/s dan pada sore hari 1,3 m/s. Kecepatan angin dapat berpengaruh pada konsentrasi SO₂ karena kecepatan angin dapat mempercepat terjadinya disperse pencemar udara. Adanya proses penyebaran udara akan mempercepat proses pengenceran udara sehingga konsentrasi SO₂ pada jarak tertentu dari sumber akan mengalami perbedaan. Menurut (Nofri dkk, 2017) pencampuran udara dan bahan pencemar dibantu dengan kecepatan angin yang tinggi membuat area tertentu meningkatkan polusinya dibandingkan yang lain.

Menurut (Alchamdani, 2019) kelembaban udara yang cukup tinggi dapat mengakibatkan pergerakan udara menjadi lambat. Sehingga konsentrasi SO₂ menjadi rendah, yang berarti bahwa semakin rendah kelembaban maka semakin tinggi konsentrasi bahan pencemar di udara sekitar. Hal ini sesuai dengan data lapangan yang di dapat pada penelitian ini, kelembaban udara SPBU 74.962.27 Kota Gorontalo pada pagi hari yaitu 68,75% dengan konsentrasi SO₂ 103,05 µg/Nm³ yang berarti saat kelembaban tinggi maka konsentrasi SO₂ rendah sementara pada pengukuran di sore hari kelembaban 52,67% dan konsentrasi SO₂ sebesar 134.54 µg/Nm³ menunjukkan bahwa saat kelembaban rendah maka konsentrasi SO₂ akan mengalami peningkatan.

Selain faktor meteorologi, konsentrasi SO₂ yang tidak melebihi baku mutu dapat terjadi karena pada tahun 2017 Indonesia meratifikasi regulasi terkait standar emisi kendaraan minimal pada level *Euro 4*, kebijakan tersebut tertuang

dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No.141 tentang baku mutu gas buang kendaraan tipe baru M,N, dan O dengan standar emisi euro 4. Hal yang menjadi pertimbangan Indonesia melakukan peningkatan standar emisi karena besarnya kebutuhan pasar terhadap permintaan produk otomotif yang mengutamakan kendaraan ramah lingkungan.

c. Analisis Besar Paparan (Intake)

Berdasarkan hasil penelitian, nilai intake SO₂ dari pengukuran pagi dan sore pada konsentrasi SO₂ dengan nilai intake tertinggi pada petugas YL 0.010227126 mg/kg/hari dan terendah pada petugas RK dengan nilai 0.002072485 mg/kg/hari. Besar dan kecilnya nilai intake pada petugas dipengaruhi oleh konsentrasi SO₂ dan karakteristik responden.

Waktu paparan pada petugas SPBU 74.962.27 Kota Gorontalo rata-rata memiliki paparan yang sama yaitu selama 8 jam/hari. SPBU 74.962.27 memiliki 3 shift kerja yang terdiri dari pagi pukul 07.00-14.00, siang pukul 14.00-23.00 dan malam 23.00-07.00 WITA. Waktu atau lama paparan merupakan hal penting karena dapat mempengaruhi nilai intake seseorang, semakin lama jam kerja maka semakin besar paparan yang diterima dan risiko kesehatan yang di dapatkan akan semakin besar (Ramadhona, 2014).

Durasi paparan adalah lamanya waktu petugas menghirup udara yang mengandung polutan berbahaya SO₂ dalam satuan tahun. Durasi paparan pada petugas SPBU 74.962.27 Kota Gorontalo memiliki nilai rata-rata 11 tahun. Di SPBU 74.962.27 terdapat petugas yang memiliki durasi kerja paling lama yaitu 20 tahun masa kerja dan berdasarkan perhitungan nilai intake dan RQ pada petugas tersebut didapatkan nilai RQ yang lebih tinggi dibandingkan dengan petugas yang durasi paparan nya masih di bawah 20 tahun. Lamanya durasi paparan sangat mempengaruhi besar paparan dan nilai intake yang diperoleh seseorang (Alchamdani, 2019).

Menurut (Whardani, 2012) Risiko kesehatan yang diterima seseorang sesuai dengan besar frekuensi paparan yang diterima seseorang. Frekuensi paparan yang diterima oleh petugas SPBU 74.962.27 Kota Gorontalo adalah 365 hari,

seluruh petugas SPBU memiliki frekuensi pajanan yang sama. Frekuensi pajanan yang di peroleh cenderung lebih tinggi dari pajanan di lingkungan kerja 250 hari/tahun.

d. Karakterisasi Risiko

Berdasarkan hasil perhitungan RQ diketahui bahwa pajanan SO₂ pada petugas SPBU Kota Gorontalo RQ ≤ 1 , hal ini dipengaruhi oleh intake yang diterima operator SPBU masih berada dibawah baku mutu dengan nilai 134 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dalam 1 jam dan rata-rata konsentrasi 118 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Hasil RQ petugas di SPBU 74.962.27 di pengaruhi oleh konsentrasi SO₂ yang masih berada di bawah baku mutu tetapi sudah mendekati nilai ambang batas SO₂ sehingga memungkinkan untuk bisa melebihi baku mutu dan bisa berisiko terhadap petugas SPBU. Konsentrasi SO₂ di pengaruhi juga oleh cuaca yang mendung dan pengukuran yang hanya dilakukan 1 hari dengan 2 kali pengambilan sampel sehingga hasil pengukuran dilapangan masih berada di bawah baku mutu yang di tetapkan melalui Peraturan Pemerintah No 22 Tahun 2021 yaitu sebesar 150 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dalam waktu 1 jam.

KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dari pengukuran konsentrasi SO₂ di SPBU Kota Gorontalo menunjukkan konsentrasi SO₂ masih dibawah baku mutu berdasarkan Peraturan Pemerintah No 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup yaitu 150 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ atau 0,15 mg/m³. Hasil konsentrasi SO₂ di SPBU 74.965.27 memiliki konsentrasi SO₂ tertinggi pada sore hari yakni sebesar 134.54 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dan nilai rata-rata untuk pagi dan sore sebesar 118,795 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$.
2. Hasil perhitungan rata-rata intake SO₂ non karsinogenik pada petugas SPBU di Kota Gorontalo yaitu ≤ 1 .
3. Hasil analisis RQ diketahui bahwa pajanan SO₂ pada petugas SPBU Kota Gorontalo RQ ≤ 1 yang berarti tidak berisiko/aman. Petugas

SPBU memiliki nilai RQ rendah karena dipengaruhi oleh intake yang diterima juga masih rendah.

SARAN

1. Bagi petugas SPBU di harapkan untuk menjaga kebersihan personal, mengonsumsi asupan makanan dengan gizi seimbang serta menggunakan masker untuk meminimalisir polusi udara yang terhirup saat bekerja.
2. Bagi pemerintah perlu melakukan upaya pengawasan dan pengendalian polutan udara secara berkala dan berkelanjutan
3. Bagi peneliti selanjutnya diharapkan dapat mengembangkan penelitian hingga melakukan manajemen risiko

DAFTAR PUSTAKA

- Alchamdani, A. (2019). Paparan NO₂ dan SO₂ Terhadap risiko kesehatan petugas stasiun pengisian bahan bakar umum (SPBU) Di Kota Kendari. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 11(4), 319. <https://doi.org/10.20473/jkl.v11i4.2019.319-330>
- Damri, M, dkk. 2016. A alisis Paparan CO dan SO₂ Pada Petugas Parkir di Basement Mall Ska di Kota Pekan Baru. *Jurnal Dinamika Lingkungan Indonesia*. Vol.3.No.1
- Dirjen PP dan PL. 2012. Pedoman Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) Kementerian Kesehatan RI.
- Istirokhatun, T., Agustini, I. T., & Sudarno. (2016). Investigasi Pengaruh Kondisi Lalu Lintas Dan Aspek Meteorologi Terhadap Konsentrasi Pencemar SO₂ Di Kota Semarang. *Jurnal PRESIPITASI*, Vol. 13, 21– 27. <https://doi.org/10.14710/presipitasi.v13i1.21-27>
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2020. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.14/MENLHK/SETJEN/KUM.1/7/2020 Tentang Indeks Standar Pencemar Udara.



- Masito, A. (2018). Risk Assessment Ambient Air Quality (NO₂ And SO₂) and The Respiratory Disorders to Communities in the Kalianak Area of Surabaya. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 10(4), 394. <https://doi.org/10.20473/jkl.v10i4.2018.394-401>
- Nofri, S., Faizal, M., & Mohadi, R. (2017). Air Quality Analysis of SO₂, NO₂ and CO in Palembang City. *Indonesian Journal of Fundamental and Applied Chemistry*, Vol. 2, 58–61. <https://doi.org/10.24845/ijfac.v2.i4.58>
- Ramadhona, M. (2014). Analisis Risiko Kesehatan Pajanan Amonia (NH₃) pada Karyawan di Area Produksi Amonia PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang Tahun 2014. Skripsi. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sriwijaya. <http://journal.uinalauddin.ac.id/index.php/higiene/article/view/9853>
- Sa'adah, N. (2019). Upaya Peningkatan Standar Emisi Kendaraan Indonesia Terkait Pasar Otomotif Dalam Kerangka AEC. *Jurnal Hubungan Internasional*. 7 (1), 005-068
- Sumampow, o. J. 2019. Perubahan Iklim dan Kesehatan Masyarakat. Deepublish
- Wardhani, T. (2012). Perbedaan Tingkat Risiko Kesehatan oleh Pajanan PM₁₀, SO₂, NO₂ pada Hari Kerja, Hari Libur, dan Hari Bebas Kendaraan Bermotor di Bundaran HI Jakarta. Depok: Fakultas Kesehatan Masyarakat U
- Wijarti, K., D, Y. H., & D, N. A. Y. (2016). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Sulfur Dioksida (So₂) Udara Ambien Pada Pedagang Kaki Lima Di Terminal Bus Pulogadung, Jakarta Timur. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4(4), 983–9