

**ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN GEJALA GANGGUAN
PERNAFASAN AKIBAT PAPARAN SO₂ TERHADAP OPERATOR
SPBU DI KOTA PADANG TAHUN 2024**

SKRIPSI



Oleh:

INDAH WULANDARI. K
NIM. 201210530

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN SANITASI LINGKUNGAN
KEMENKES POLITEKNIK KESEHATAN PADANG
2024**

ASPEK BERKEMBANG SEHATYAKI DAN BERKEMBANG STAMPA LANGSUNG
PENCAPAIAN AKHIR TAHUNAN SD, PADA OPERATOR
SPK. DI KOTA PADANG TAHUN 2024

8911196

Disusun oleh: Yenny Yudianto, S.Pd, M.Pd, dan Yenny Yudianto, S.Pd, M.Pd
Kerjasama: Kumpul Padang School, Padang, Sumatera Barat
Penyedia: Kumpul Padang School, Padang, Sumatera Barat



Kemenkes
Ditjenkes Padang

DAFTAR

ISI
MELAKUKAKAN

PROGRAM UTUK SAKIT DAN TERAPAN SANEHAT LANGSUNG
KEMERSEKOLAH KEMERSEKOLAH KEMERSEKOLAH

1211

RUMAH KAWASHERETI RUMAH

Alamat: Jalan Kuningan Lingsar, Kecamatan Gunung
Tanjung, Kabupaten Karangasem, Provinsi Bali
Jalan Kuningan Lingsar, Karangasem, Bali
Nama: Eddy Sutrisno
No. : N121909

Surat Keterangan Tanah dan Bangunan
No. 121909/2019/STKB/KAB. KARANGASEM

Surat Keterangan Tanah dan Bangunan

Eddy Sutrisno



(1) Eddy Sutrisno, S.P., M.P.
NIP. 19570812199011001

Surat Keterangan Tanah dan Bangunan

(2) Eddy Sutrisno, S.P., M.P.
NIP. 19570812199011001



(3) Eddy Sutrisno, S.P., M.P.
NIP. 19570812199011001

KONVENSAN PENGESAHAN

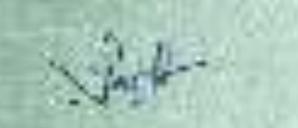
1. Nama : Amal dan Baiti Siregar, Irena Maria Gersona, Indongna
Arulian, Aulian, Agnes, Agnes, Nelly, Indira, Gersona, SPILL
Yonah, Yuliana, Yuliana, Yuliana
 2. No. : 1.44/4/2018/2018
 3. RV : 2018/2018

4. Tempat dan Tanggal Pengesahan : di Medan, Sumatera Utara
 5. Nama dan Tanda Tangan : Amal dan Baiti Siregar, Irena Maria Gersona, Indongna
 6. Tempat dan Tanggal Pengesahan : di Medan, Sumatera Utara

7. Nama : Amal dan Baiti Siregar, Irena Maria Gersona, Indongna
 8. Tanda Tangan : 
 9. Tempat dan Tanggal Pengesahan : di Medan, Sumatera Utara
 10. Nama dan Tanda Tangan : Amal dan Baiti Siregar, Irena Maria Gersona, Indongna
 11. Tempat dan Tanggal Pengesahan : di Medan, Sumatera Utara

12. Nama : Amal dan Baiti Siregar, Irena Maria Gersona, Indongna
 13. Tanda Tangan : 
 14. Tempat dan Tanggal Pengesahan : di Medan, Sumatera Utara
 15. Nama dan Tanda Tangan : Amal dan Baiti Siregar, Irena Maria Gersona, Indongna
 16. Tempat dan Tanggal Pengesahan : di Medan, Sumatera Utara

17. Nama : Amal dan Baiti Siregar, Irena Maria Gersona, Indongna
 18. Tanda Tangan : 
 19. Tempat dan Tanggal Pengesahan : di Medan, Sumatera Utara
 20. Nama dan Tanda Tangan : Amal dan Baiti Siregar, Irena Maria Gersona, Indongna
 21. Tempat dan Tanggal Pengesahan : di Medan, Sumatera Utara

22. Nama : Amal dan Baiti Siregar, Irena Maria Gersona, Indongna
 23. Tanda Tangan : 
 24. Tempat dan Tanggal Pengesahan : di Medan, Sumatera Utara
 25. Nama dan Tanda Tangan : Amal dan Baiti Siregar, Irena Maria Gersona, Indongna
 26. Tempat dan Tanggal Pengesahan : di Medan, Sumatera Utara

PERNYATAAN TIDAK PUNDEAT

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya selaku dosen tetap

Nama Lengkap	Lilik Wulandari, S.
NIDN	2012 01 01
Tugas/Tanggung Jawab	Asisten II (Guru Besar)
Tahun Kerja	2014
Nama Fakultas dan Akademik	Di Fakultas Kesehatan, SGM, MS
Nama Fakultas dan Unit	Di Fakultas Kesehatan, SGM, MS
Nama Fakultas dan Jurusan	Asisten II, SGM, MS

Mengatakan bahwa saya tidak memiliki kepentingan yang dapat mempengaruhi
keputusan saya.

Di Saksi: Lilik Wulandari, Jember, 10 Juli 2014. Dengan Perintah
Akhir: (Tanda Tangan) dan (Materai) 10.000.

Saksi: (Nama dan Jabatan) dan (Materai) 10.000.

Ditandatangani dan ditandatangani oleh saya.

Ditandatangani dan
Materai



Lilik Wulandari, S.
NIDN 2012 01 01

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Indah Wulandari. K
Tempat/Tanggal Lahir : Solok/10 Oktober 2001
Jenis Kelamin : Perempuan
Alamat : Jl Kamboja, Perumnas Salasah Indah, Jorong Batang Salosah, Kecamatan Sijunjung, Kabupaten Sijunjung
Agama : Islam
No. Telp/HP : 082284118814
Status Keluarga : Belum Menikah
Email : indahwulandari759@gmail.com

Riwayat Pendidikan Formal

No.	Pendidikan	Tahun Lulus	Tempat
1.	SD	2014	SD N 22 Muaro Sijunjung
2.	SMP	2017	SMP N 7 Muaro Sijunjung
3.	SMA	2020	SMA N 1 Sijunjung
4.	PT	2024	Kemenkes Poltekkes Padang

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Gejala Gangguan Pernafasan Akibat Paparan SO₂ Terhadap Operator SPBU di Kota Padang Tahun 2024”.

Dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini penulis menyadari akan keterbatasan kemampuan yang ada, sehingga masih ada penyajian yang belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritikan dan saran yang membangun guna penyempurnaan skripsi ini.

Selama proses pembuatan skripsi ini penulis tidak terlepas dari peran dan dukungan berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Muchsin Riviwanto, SKM, M.Si, selaku Pembimbing Utama dan Ibu Sari Arlinda, SKM, M.KM selaku Pembimbing Pendamping yang telah mengarahkan, membimbing dan memberikan masukan dengan penuh kesabaran dan perhatian dalam pembuatan skripsi ini, serta kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini:

1. Ibu Renidayati, S.Kp, M.Kep, Sp.Jiwa selaku Direktur Politeknik Kesehatan Kemenkes Padang.
2. Ibu Hj. Awalia Gusti, S.Pd, M.Si selaku Ketua Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Kemenkes Padang.
3. Bapak Aidil Onasis, SKM, M.Kes selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Kemenkes Padang.
4. Bapak/Ibu Dosen dan Staf Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Kemenkes Padang yang telah membimbing dan membantu selama perkuliahan di Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Kemenkes Padang.
5. Terismewa untuk kedua Orang tua yaitu Papa dan Mama yang selalu memberikan semangat dan dukungan serta doa sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan sebaik mungkin.

6. Kepada Abang dan Kakak yang selalu memberikan semangat dan dukungan serta do'a sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
7. Kepada sahabat tercinta yang telah memberikan semangat dan dukungan selama penyusunan skripsi ini.
8. Teman-teman Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan 2020 yang senasib dan seperjuangan dengan penulis yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu Terimakasih telah memberikan dukungan.

Akhir kata penulis berharap skripsi ini bermanfaat khususnya bagi penulis sendiri dan pihak yang telah membacanya, serta penulis mendoakan semoga segala bantuan yang telah diberikan mendapatkan balasan dari Allah SWT, Aamiin.

Padang, Juli 2024

IWK

Program Studi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan Skripsi, Juni 2024

Indah Wulandari. K

Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Gejala Gangguan Pernafasan Akibat Paparan SO₂ terhadap Operator SPBU di Kota Padang Tahun 2024

xiii +60 halaman, 16 tabel, 8 gambar, 12 lampiran

ABSTRAK

Sulfur Dioksida (SO₂) merupakan salah satu jenis gas buang transportasi menyumbang 85 % polusi udara akibat emisi gas dari kendaraan bermotor. Polusi ini terjadinya akibat pencemaran udara di lingkungan tempat kerja, dan salah satu lokasi yang mengalami tingkat pencemaran tertinggi adalah Stasiun Pengisian Bahan Bakar (SPBU). Pencemaran Sulfur Dioksida berdampak pada gangguan saluran pernafasan. Operator SPBU berpotensi terpapar oleh polusi udara yang dihasilkan oleh debu dari kendaraan bermotor. Tujuan Penelitian ini adalah untuk menganalisis risiko gejala gangguan saluran pernafasan akibat paparan SO₂ terhadap Operator SPBU Kota Padang Tahun 2024.

Jenis penelitian deskriptif analisis dengan pendekatan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) dengan cara mengidentifikasi bahaya, analisis dosis-respon, analisis pajanan, dan karakterisasi risiko. Sampel Penelitian ini adalah sampel udara Sulfur Dioksida (SO₂) di empat titik SPBU di Kota Padang yakni SPBU Pitameh, SPBU Marapalam, SPBU Coco Mata Air, dan SPBU Aia Pacah.

Bahaya yang ditemukan adanya debu yang dihasilkan oleh kendaraan yang menunggu di antrean pengisian bahan bakar, maupun kendaraan yang meninggalkan setelah pengisian bahan bakar, masih ada pekerja yang tidak menggunakan APD, dan belum adanya pelaksanaan kegiatan pengendalian mutu. Kadar gas *Sulfur Dioksida* (SO₂) pada empat titik sampling di SPBU Coco Mata Air sebesar 0,000433 mg/m³, SPBU Marapalam sebesar 0,000421 mg/m³, SPBU Aia Pacah sebesar 0,000418 mg/m³, dan SPBU Pitameh sebesar 0,000416 mg/m³. Dengan demikian ke empat titik tersebut tidak melebihi Nilai Baku Mutu 150 µg/m³ menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 2 tahun 2023. Sebanyak 51,9% pekerja mengalami gejala gangguan saluran pernafasan dan semua pekerja tidak berisiko (RQ<1) pada masa kerja *realtime* dan *lifetime*.

Diharapkan pihak SPBU peduli terhadap kesehatan diri dari bahaya pajanan SO₂ di lingkungan kerja, sosialisasi pentingnya Alat Pelindung Diri (APD) dan menambah rambu-rambu bahaya.

Daftar Pustaka : 33 (2012-2022)

Kata Kunci : Risiko, SO₂, SPBU, Operator

Environmental Sanitation Applied Undergraduate Study Program, Thesis Juni 2024

Indah Wulandari. K

Environmental Health Risk Analysis of Symptoms of Respiratory Disorders Due to SO₂ Exposure to Padang city Gas Station Operators Regency in 2024

xiii +60 pages, 16 tables, 8 figures, 12 appendices

ABSTRACT

Sulfur dioxide (SO₂) is one type of exhaust gas from transportation that contributes to 85% of air pollution due to emissions from motor vehicles. This pollution occurs as a result of air contamination in the workplace environment, with one of the locations experiencing the highest pollution levels being Gas Stations (SPBU). Sulfur dioxide pollution impacts respiratory tract disorders. SPBU operators are potentially exposed to air pollution generated by dust from motor vehicles. The objective of this study is to analyze the risk of respiratory tract disorder symptoms due to exposure to SO₂ among SPBU Operators in Padang City in 2024.

The study is a descriptive analysis using the Environmental Health Risk Analysis (EHRA) approach, involving hazard identification, dose-response analysis, exposure analysis, and risk characterization. The research samples include sulfur dioxide (SO₂) air samples from four gas stations in Padang City: Pitameh Gas Station, Marapalam Gas Station, Coco Mata Air Gas Station, and Aia Pacah Gas Station.

The hazards identified include dust produced by vehicles waiting in fueling queues and vehicles leaving after refueling. Some workers do not use Personal Protective Equipment (PPE), and there is a lack of quality control measures implemented. The sulfur dioxide (SO₂) gas levels at four sampling points in Coco Mata Air Gas Station were 0,000433 mg/m³, Marapalam Gas Station 0,000421 mg/m³, Aia Pacah Gas Station 0,000418 mg/m³, and Pitameh Gas Station 0,000416 mg/m³. Thus, these four points do not exceed the Quality Standards according of 150 µg/m³ to the Minister of Health Regulation of the Republic of Indonesia No. 2 of 2023. 51.9% of workers experience respiratory tract disorder symptoms, and all workers are not at risk (RQ<1) during real-time and lifetime work.

It is hoped that gas station operators (SPBU) will prioritize their health by addressing the risks of SO₂ exposure in the workplace, promoting the importance of Personal Protective Equipment (PPE), and adding more warning signs of hazards.

Bibliography : 33 (2012-2022)

Keywords : Risk, Sulfur Dioxide (SO₂), Gas Station, Operator

DAFTAR ISI

PERNYATAAN PERSETUJUAN	ii
PERNYATAAN PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
C. Tujuan Penelitian	7
D. Manfaat Penelitian	8
E. Ruang Lingkup.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
A. Sulfur Dioksida (SO ₂)	9
B. Gangguan Pernafasan.....	10
C. Teori Simpul Kejadian Penyakit	13
D. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL).....	15
E. Kerangka Teori.....	21
G. Definisi Operasional.....	24
BAB III METODE PENELITIAN	26
A. Jenis Penelitian.....	26
B. Waktu dan Tempat	26
C. Populasi dan Sampel	26
D. Teknik dan Alat Pengumpulan Data	29
E. Instrumen Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
F. Teknik Pengolahan Data	30
G. Analisis Data	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian	33
B. Hasil	36
C. Pembahasan.....	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	61
A. Kesimpulan.....	61
B. Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Nilai Baku Mutu Udara Ambien Nasional.....	10
Tabel 2. Pengaruh SO ₂ Berdasarkan Konsentrasi terhadap Manusia	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. Definisi Operasional	24
Tabel 4. Jumlah SPBU Kota Padang	27
Tabel 5. Sampel Pekerja SPBU.....	28
Tabel 6. Hasil Pengukuran Suhu, Jumlah Kendaraan di Lingkungan Kerja 4 SPBU Kota Padang Tahun 2024	35
Tabel 7. Hasil Pengukuran Gas SO ₂ di Lingkungan Kerja 4 SPBU Kota Padang Tahun 2024.....	38
Tabel 8. Gangguan Saluran Pernafasan Pada Pekerja SPBU Kota Padang Tahun 2024	Error! Bookmark not defined.
Tabel 9. Gambaran Gejala Gangguan Saluran Pernafasan pada Pekerja SPBU Kota Padang Tahun 2024	Error! Bookmark not defined.
Tabel 10. Karakteristik Antropometri dan Pola Aktivitas Pekerja SPBU Pitameh Kota Padang Tahun 2024	40
Tabel 11. Karakteristik Antropometri dan Pola Aktivitas Pekerja SPBU Coco Mata Air Kota Padang Tahun 2024	41
Tabel 12. Karakteristik Antropometri dan Pola Aktivitas Pekerja SPBU Marapalam Kota Padang Tahun 2024	42
Tabel 13. Karakteristik Antropometri dan Pola Aktivitas Pekerja SPBU Aia Pacah Kota Padang Tahun 2024	43
Tabel 14. <i>Intake Realtime</i> dan <i>Intake Lifetime</i> Pekerja SPBU Kota Padang tahun 2024	Error! Bookmark not defined.
Tabel 15. Analisis Dosis-respon Sulfur Dioksida (SO ₂).....	45
Tabel 16. Karakteristik Risiko Gejala Gangguan Saluran Pernafasan Pada pakerja SPBU Kota Padang Tahun 2024	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Anatomi Sistem Pernafasan Manusia.....	11
Gambar 2 Kerangka Teori dengan Teori Simpul.....	21
Gambar 3 Kerangka Teori dengan Teori ARKL.....	22
Gambar 4 Kerangka Konsep.....	23
Gambar 5 SPBU Pitameh Lubeg.....	33
Gambar 6 SPBU Marapalam.....	34
Gambar 7 SPBU Aia Pacah.....	34
Gambar 8 SPBU Coco Mata Air.....	35

DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN 1 : Denah Titik Pengambilan Sampel SO₂ SPBU Kota Padang
LAMPIRAN 2 : Kuesioner Pengelola dan Operator SPBU
LAMPIRAN 3 : Spesifikasi Alat menurut SNI 7119-7:2007
LAMPIRAN 4 : Hasil Perhitungan Berdasarkan Karakteristik Risiko Pekerja
LAMPIRAN 5 : Master Tabel Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Gejala Gangguan Saluran Pernafasan Akibat Paparan SO₂ terhadap Operator SPBU Kota Padang Tahun 2024
LAMPIRAN 6 : Analisis menggunakan SPSS
LAMPIRAN 7 : Karakteristik Antropometri dan Pola Aktivitas Pekerja SPBU Pitameh Kota Padang Tahun 2024
LAMPIRAN 8 : Karakteristik Risiko Gejala Gangguan Saluran Pernafasan Pada Pekerja SPBU Kota Padang Tahun 2024
LAMPIRAN 9 : Surat Izin Penelitian yang dari Kampus
LAMPIRAN 10 : Surat Izin telah Penelitian
LAMPIRAN 11 : Hasil Pengukuran SO₂ oleh Labkesda
LAMPIRAN 12 : Dokumentasi Kegiatan Penelitian

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Penggunaan jasa transportasi akan terus meningkat sebanding dengan jumlah penduduk dan keinginan masyarakat dalam memenuhi kebutuhan dasar masyarakat. Transportasi adalah pergerakan orang atau barang dari suatu lokasi dengan menggunakan alat transportasi yang dioperasikan manusia untuk memudahkan aktivitas manusia sehari-hari. Dalam melaksanakan suatu kegiatan diperlukan adanya perjalanan, artinya kegiatan itu menyangkut perpindahan pada satu tempat ke tempat lain, yaitu dengan kegiatan transportasi¹.

Pertambahan jumlah kendaraan tidak sebanding dengan ruang yang tersedia, sehingga keadaan akan menjadi penyebab utama kemacetan lalu lintas terutama di kota-kota besar dan juga menghambat penggunaan bahan bakar bensin (BBM). Khususnya mesin tidak terbakar sempurna akibat tidak memperhatikan perawatan mesin kendaraan bermotor semakin banyak mengkonsumsi bahan bakar dan mempunyai risiko lebih tinggi menimbulkan pencemaran udara. Kondisi polusi udara yang akan memberikan dampak negatif terhadap kesehatan manusia².

Dampak negatif pencemaran udara dapat disebabkan oleh pencemaran luar ruangan akibat pencemaran baik dari lalu lintas maupun industri. Pencemaran udara merupakan masalah lingkungan yang serius, sejalan dengan semakin berkembangnya perkembangan ekonomi transportasi dan kendaraan bermotor³. Hal ini sejalan dengan fakta bahwa sektor transportasi menyumbang 85 % polusi udara akibat emisi gas dari transportasi kendaraan bermotor⁴. Pencemaran udara sering terjadi di lingkungan tempat kerja, dan salah satu lokasi yang sering mengalami

tingkat pencemaran tertinggi adalah Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU). Operator SPBU berpotensi terpapar oleh polusi udara yang dihasilkan oleh debu dari kendaraan yang menunggu di antrean untuk pengisian bahan bakar, maupun dari kendaraan yang baru saja meninggalkan SPBU setelah mengisi bahan bakar⁵.

Senyawa sulfur dioksida (SO_2) merupakan jenis gas buang dari aktivitas sepeda motor yang mempunyai sifat tidak berwarna, berbau tajam, tidak meledak, tidak mudah terbakar, dan bersifat iritasi serta korosif. SO_2 tersebar secara tidak merata di udara, meskipun kadar gas ini relatif rendah dibandingkan dengan gas lainnya dalam atmosfer. Namun, dampaknya tidak hanya terbatas pada kesehatan manusia tapi juga berpengaruh pada lingkungan secara keseluruhan, termasuk hutan, tanah, dan bangunan. Paparan SO_2 juga menimbulkan iritasi pada sistem pernapasan manusia, yaitu gejala sesak napas⁶. SO_2 memiliki efek negatif pada kesehatan manusia, terutama terkait dengan sistem pernapasan⁷.

Metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) adalah suatu pendekatan untuk menilai tingkat risiko kesehatan yang disebabkan oleh paparan zat beracun pada manusia yang terpapar. ARKL merupakan studi yang mempertimbangkan potensi risiko terhadap lingkungan yang dapat memengaruhi kesehatan populasi yang rentan. Pendekatan ini menghasilkan evaluasi risiko secara kuantitatif serta strategi manajemen risiko guna mengurangi dampak negatifnya. Data tentang kualitas lingkungan, karakteristik individu yang terpapar, dan pola aktivitas populasi yang terkena paparan diperlukan dalam analisis ini⁸.

Adapun kerangka teori pada Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan ada 2 yaitu, kerangka teori simpul dan teori arkl. Untuk menerapkan strategi pencegahan secara efektif, penting untuk mempelajari teori terjadinya penyakit, apakah itu teori node atau teori jaringan multi-penyebab klasik. Dengan memeriksa interaksi antara faktor lingkungan dan populasi, patogenesis penyakit dapat dijelaskan melalui teori lensa simpul⁹. Sedangkan, teori ARKL (Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan) menyediakan kerangka konseptual yang mengatur batasan antara studi epidemiologi dan Tujuan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan bukan untuk membangun hubungan antar variabel, melainkan untuk menilai tingkat risiko atau kemungkinan terjadinya gangguan kesehatan sebagai akibat dari agen risiko tertentu yang ada di lingkungan. Analisis ini memperhitungkan berbagai faktor seperti kondisi kualitas lingkungan, faktor antropometri, pola aktivitas, dan data primer. Hal ini berfungsi sebagai tambahan yang berharga bagi studi epidemiologi, yang fokus utamanya adalah menjelaskan hubungan sebab akibat antara polutan dan dampak kesehatan, namun mungkin kurang spesifik dalam hal tindakan pengendalian risiko. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) menyediakan sarana untuk mengembangkan strategi pengendalian risiko kuantitatif dan kualitatif yang lebih tepat sasaran dan tepat¹⁰.

Menurut laporan Statistik Indonesia 2020 yang jumlah kendaraan mencapai 136,13 juta per unit, tahun 2021 mencapai 141,99 juta per unit, sedangkan tahun 2022 mencapai 296,42 juta per unit baik kendaraan mobil maupun sepeda motor¹¹. Data tersebut menunjukkan bahwa adanya jumlah peningkatan kendaraan

setiap tahunnya. Peningkatan ini dapat menyebabkan pencemaran udara karena banyak jumlah pengendara di Indonesia.

Salah satu kota yang mengalami peningkatan setiap tahunnya adalah Kota Padang. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), ketika tahun 2021 total penduduk Kota Padang sebesar 913,45 jiwa, sedangkan saat tahun 2020 masing-masing sebesar 909,04 jiwa. Meningkatnya jumlah pengguna di masyarakat diperkirakan akan berdampak negatif terhadap jumlah kendaraan bermotor di Kota Padang pada tahun 2021 yang diperkirakan mencapai 477.499,00 unit¹².

Mengoperasikan kendaraan bermotor memerlukan pasokan bahan bakar sebagai sumber energi untuk kegiatan sehari-hari. Salah satu cara paling efisien untuk memperoleh bahan bakar adalah melalui layanan seperti Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU)¹³. Pekerja di Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) adalah salah satu kelompok yang berisiko terpapar bahan kimia beracun seperti timbal, yang berasal dari bensin dan knalpot kendaraan yang mengantri atau keluar setelah pengisian. Lokasi SPBU yang berada di pinggir jalan raya meningkatkan kemungkinan paparan polutan dari knalpot kendaraan kepada para petugas¹⁴.

Pola penyebaran SPBU di kota Padang, terdapat 26 unit SPBU yang tersebar di 11 kecamatan. Setiap kecamatan berbeda dalam hal sebaran jumlah SPBU yang ada. SPBU di Kota Padang terdiri dari 2 klasifikasi, SPBU Pertamina Way sebanyak 2 SPBU (7,14%) dan SPBU Pasti Pas sebanyak 24 SPBU (85,71%). Sarana SPBU di Kota Padang didasarkan 3 sumber utama *compressor*, racun api,

dan pompa. Dari jumlah tersebut, Sarana SPBU sebanyak 16 (61,54%) terdiri dari *compressor*, 26 (100%) racun api, dan 26 (100 %) pompa¹⁵.

Karakteristik SPBU yang terdapat di Kota Padang berbeda-beda, terbagi menjadi 2 jenis, SPBU Pertamina Way dan SPBU Pasti pas. Pada umumnya SPBU Pertamina Way, hanya mempunyai 1 unit tempat pengisian motor, dan 1 unit pengisian mobil, dan 1 unit tempat pengisian bahan bakar solar. Sementara itu Pertamina Pasti pas memiliki sertifikat layak *higiene* dilihat dari kelayakan dan kelengkapan fasilitas.

Riset berhubungan dengan analisis risiko kesehatan lingkungan yang telah dilakukan oleh Riska (2019) mengenai konsentrasi Sulfur Dioksida (SO₂) di Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) Kota Padang dampak dari aktivitas sepeda motor, menunjukkan bahwa hasil penelitian memiliki hubungan konsentrasi gas SO₂ dengan jumlah kendaraan berbanding lurus, artinya semakin banyak jumlah kendaraan, maka semakin tinggi konsentrasi gas SO₂. Namun pada perhitungan analisis risiko kesehatan lingkungan diperoleh hasil bahwa operator SPBU tidak berisiko terpapar penyakit dampak dari gas SO₂¹⁶.

Menurut Data Penelitian Riska (2019) menyebutkan bahwa dari 19 data stasiun pengisian bahan bakar umum (SPBU) di Kota Padang, terdapat SPBU Pitameh Lubeg dengan jumlah bahan bakar yang dikeluarkan ±55 kiloliter/hari, jumlah operator sebanyak 20 orang dengan pengunjung (rata-rata/hari) kendaraan sebanyak ±5.800. SPBU Coco Mata Air dengan jumlah bahan bakar ±42 kiloliter/hari, jumlah operator sebanyak 20 orang dengan pengunjung (rata-rata) kendaraan sebanyak ±4.750. SPBU Marapalam dengan jumlah bahan bakar ±24

kiloliter/hari, jumlah operator sebanyak 8 orang dengan pengunjung (rata-rata) kendaraan sebanyak ± 2.200 . SPBU Aia Pacah Dadok Tunggul Hitam, Kec. Koto Tangah terdapat jumlah bahan bakar yang dikeluarkan ± 21 kiloliter/hari dengan jumlah kendaraan ± 1800 rata-rata/hari¹⁶.

Pemilihan 4 SPBU dilihat berdasarkan letak yang strategis dengan lalu lintas kendaraan yang tinggi. SPBU Pitameh merupakan jalur lalu lintas Sumatera yang menghubungkan kota Padang dengan Solok, Sijunjung sekitarnya. SPBU Marapalam jalur lalu lintas kendaraan menuju pusat kota Padang. SPBU Aia Pacah merupakan jalur lalu lintas Sumatera yang menghubungkan kota Padang dengan Pariaman sekitarnya, dan SPBU Coco Mata Air jalur lalu lintas Sumatera yang menghubungkan kota Padang dengan pesisir selatan sekitarnya.

Berdasarkan pengamatan 4 SPBU diatas mewakili dari 26 SPBU yang ada di Kota Padang, dengan pola persebaran wilayah bagian barat, utara, timur dan selatan. Pada SPBU tersebut ada beberapa jenis pengisian BBM diantaranya Pertalite, Pertamina, dan Solar. Adapun beberapa jenis kegiatan yang dilakukan di SPBU ini pengisian air radiator, pengawasan minyak ke tangki bawah tanah, pengisian dan pengantrian bahan bakar.

Di SPBU terdapat beberapa pekerja yaitu sebagai operator, *officeboy* dan *security*. Untuk *security* dan *officeboy* tidak berdekatan langsung dengan sumber bahaya karena tidak menangani proses pengisian BBM, sedangkan operator lebih berisiko karena berhadapan langsung dengan proses pengisian dan pengantrian BBM. Pada proses pengisian BBM pekerja operator berpeluang terpapar oleh SO₂ di hasilkan oleh kendaraan bermotor yang tidak dimatikan mesin kendaraannya.

Asap kendaraan sangat berpengaruh pada kualitas udara di sekitar tempat pengisian BBM. Kemudian operator pengisian bahan bakar tidak memakai alat pelindung diri yang lengkap.

Berdasarkan wawancara yang dilakukan SPBU ini terhadap seorang karyawan yang bekerja sebagai operator 1 tahun belakangan sering mengalami batuk dan sesak setelah bekerja, baik pada saat melakukan pengisian bahan bakar di tangki kendaraan, maupun saat mengantri pengisian bahan bakar. Peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Gejala Gangguan Pernafasan Akibat Paparan SO_2 terhadap Operator SPBU di Kota Padang Tahun 2024.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang dapat diambil pada penelitian ini adalah bagaimana risiko gejala gangguan pernafasan akibat paparan SO_2 terhadap operator SPBU di Kota Padang tahun 2024?

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis risiko gejala gangguan pernafasan akibat paparan SO_2 terhadap operator SPBU di Kota Padang Tahun 2024.

2. Tujuan Khusus

- a. Diketuinya identifikasi sumber bahaya dari pajanan SO_2 pada pekerja operator di SPBU Kota Padang
- b. Diketuinya kadar SO_2 di SPBU Kota Padang

- c. Diketuinya gangguan pernafasan pada pekerja operator di SPBU Kota Padang
- d. Menganalisis pajanan SO₂ pada pekerja operator di SPBU Kota Padang
- e. Menentukan karakterisasi risiko kesehatan pada pekerja operator di SPBU Kota Padang

D. Manfaat Penelitian

1. Bagi Peneliti

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dan sumber pengetahuan untuk menambah ilmu bagi peneliti lain.

2. Bagi Institusi Pendidikan

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat menjadi sebagai sumber data dan informasi mengenai analisis risiko kesehatan lingkungan.

3. Bagi Masyarakat

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan meningkatkan kesadaran masyarakat dalam upaya penanganan paparan SO₂.

E. Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini adalah mengidentifikasi bahaya paparan SO₂ terhadap operator SPBU, mengetahui kadar SO₂, menganalisis pajanan kadar SO₂ terhadap operator SPBU, dan menentukan karakterisasi risiko kesehatan terhadap paparan SO₂ pada Operator Stasiun Pengisian Bahan Bakar (SPBU) di Kota Padang Tahun 2024.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sulfur Dioksida (SO₂)

1. Pengertian Sulfur Dioksida (SO₂)

Gas dengan bau tajam, tidak berwarna, tidak mudah meledak, tidak mudah terbakar, dan sangat larut dalam air merupakan Sulfur Dioksida (SO₂). Gas yang menyebabkan terjadinya hal ini adalah hasil pembakaran bahan bakar fosil di pembangkit listrik dan lingkungan industri, serta pembakaran bahan bakar dari sumber bergerak seperti lokomotif, kapal, kendaraan, dan peralatan lainnya, termasuk pembakaran di dalam ruangan. Pelepasan emisi dari kegiatan industri, dikombinasikan dengan unsur meteorologi dan topografi, berkontribusi terhadap perubahan dispersi atmosfer yang berpotensi meningkatkan polusi udara. Melalui reaksi dengan oksigen di atmosfer, sulfur dioksida berubah menjadi gas SO₂¹⁷.

2. Dampak Sulfur Dioksida (SO₂)

Menurut EPA (*Environmental Protection Agency*), kadar SO₂ yang tinggi dapat mengganggu fungsi pernafasan, terutama bagi penderita asma. Paparan SO₂ dari pembakaran dalam jangka panjang dapat mengganggu fungsi paru-paru, menyebabkan penyakit pernafasan, dan mengiritasi tenggorokan pada konsentrasi 5 ppm atau lebih tinggi. Faktanya, konsentrasi SO₂ 1-2 ppm dapat menyebabkan iritasi pada sebagian orang¹⁸.

Paparan selama 24 jam terutama berasal dari aktivitas transportasi. Saat ini dominasi kegiatan industri dapat menyebabkan kematian akibat penyakit jantung, pernafasan, dan paru obstruktif kronik. Tingkat paparan tahunan

rata-rata di bawah $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dan paparan harian umumnya tidak melebihi $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ¹⁷.

3. Nilai Baku Mutu Kualitas Udara Ambien Nasional

Baku mutu udara ambien adalah batas atau kadar zat, energi, dan/atau unsur yang ada atau seharusnya ada, serta zat pencemar yang keberadaannya dikendalikan di udara ambien, sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan RI No 2 Tahun 2023. Berikut ini adalah tabel nilai baku mutu udara ambien secara nasional¹⁹.

Tabel 1. Nilai Baku Mutu Udara Ambien Nasional

Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu	Metode Analisa	Peralatan
SO ₂ (Sulfur Dioksida)	1 jam	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Paracensalim	Spektrofotometer

Sumber : Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 2 tahun 2023

B. Gangguan Pernafasan

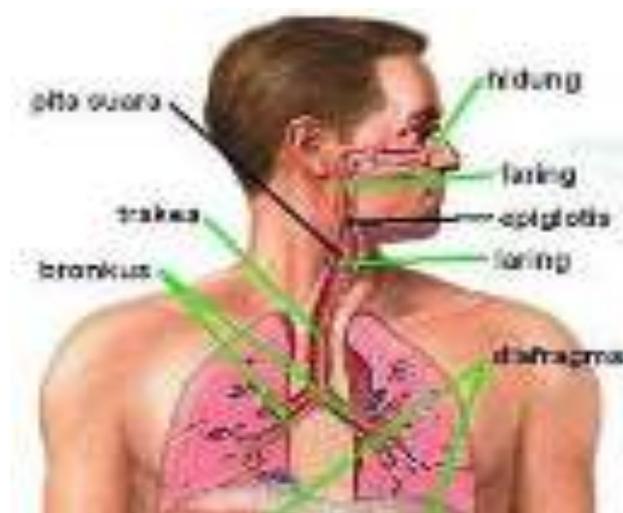
1. Pengertian Pernafasan

Pernafasan, juga dikenal sebagai respirasi yang dapat didefinisikan sebagai proses penyerapan oksigen, pelepasan karbohidrat, dan penggunaan energi dalam tubuh²⁰. Respirasi dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu Respirasi eksternal dan respirasi internal. Respirasi eksternal adalah pertukaran Oksigen (O₂) dan Karbon Dioksida (CO₂) antara darah dan udara.

Sementara itu, respirasi internal adalah pertukaran Oksigen (O_2) dan Karbon Dioksida (CO_2) dari aliran darah ke sel-sel tubuh. Pernafasan (respirasi) pada manusia terdiri dari respirasi seluler dan respirasi paru-paru²¹.

2. Anatomi Sistem Pernafasan

Berikut adalah anatomi sistem pernafasan manusia



Gambar 1 Anatomi Sistem Pernafasan Manusia

(Sumber : Zuriati, Melti dan Yuanita, 2017)²²

Saluran pernafasan terbagi menjadi dua bagian yaitu saluran pernafasan atas (hidung, mulut, faring, laring) dan saluran pernafasan bawah (trakea, bronkiolus, paru-paru). Pompa ventilasi paru meliputi dinding dada, otot pernafasan, pusat saraf pernafasan di otak, serta saraf yang menghubungkan pusat pernafasan dengan otot pernafasan. Anatomi sistem pernafasan meliputi saluran dan organ pernafasan serta pompa paru²¹.

Menurut *Material Safety Data Sheet* (MSDS), pada konsentrasi 20 ppm, paparan gas SO_2 dapat menyebabkan iritasi pada mata, hidung, tenggorokan, sinus bahkan kematian. Dampak negatif lain dari polutan tersebut terhadap

manusia antara lain iritasi saluran pernafasan dan penurunan fungsi paru-paru yang menyebabkan batuk dan kesulitan bernapas²³.

Polusi SO₂ mempengaruhi manusia dan hewan, serta dapat merusak tanaman pada konsentrasi 0,5 ppm. Dampak utama polusi SO₂ pada tubuh manusia adalah peradangan saluran pernapasan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kadar SO₂ di atas 5 ppm menyebabkan iritasi tenggorokan, dan orang yang sensitif dapat mengalami iritasi pada kadar 1 hingga 2 ppm. SO₂ dianggap sebagai polutan berbahaya, terutama bagi orang lanjut usia dan penderita penyakit kardiovaskular serta pernapasan kronis. Orang dengan gejala penyakit yang sensitif yang kontak dengan SO₂, bahkan pada konsentrasi yang relatif rendah²⁴.

Tabel 2. Pengaruh SO₂ Berdasarkan Konsentrasi terhadap Manusia

Konsentrasi (ppm)	Pengaruh
3-5	Jumlah terkecil yang dideteksi dari lataran
8-12	Jumlah terkecil yang segera mengakibatkan iritasi saluran kemih
10	Jumlah terkecil yang akan mengakibatkan iritasi mata
30	Jumlah terkecil yang akan mengakibatkan batuk
20	Maksimum yang diperbolehkan untuk konsentrasi dalam waktu lama
500-100	Maksimum yang diperbolehkan untuk kontak singkat (30 menit)
400-500	Berkelanjutan mengenai kontak secara singkat

Sumber: Kusuma Laksana, 2018

C. Teori Simpul Kejadian Penyakit

1. Simpul 1: Sumber Penyakit

Sumber penyakit adalah tempat pelepasan atau penyebaran patogen. Agent penyakit merupakan bagian dari lingkungan yang juga menyebabkan penyakit baik melalui kontak langsung maupun faktor-faktor lingkungan yang meliputi komponen-komponen hidup. Sumber penyakit dapat diklasifikasikan ke dalam dua kelompok utama :

- a. Sumber penyakit alami, seperti gas dan debu beracun yang dilepaskan oleh gunung berapi, menyebar melalui proses alam.
- b. Akibat kegiatan manusia seperti bekerja di industri, rumah tangga, emisi kendaraan bermotor atau orang yang menderita penyakit menular.

2. Simpul 2: Media Pencemar Penyakit

Komponen lingkungan yang dapat menularkan patogen pada dasarnya terdiri dari lima komponen yang biasa disebut sebagai pembawa penyakit, yaitu:

- a. Media udara
- b. Air
- c. Tanah/Pangan
- d. Binatang/Serangga
- e. Manusia/Langsung

Jika media penyakit tidak memiliki potensi, maka media tersebut tidak mengandung bibit penyakit atau *agent* penyakit.

3. Simpul 3: Perilaku Pemajan

Patogen masuk ke dalam tubuh melalui proses interaktif yang disebut proses relasional. Interaksi antara komponen lingkungan dan populasi serta perilakunya dapat diukur dengan menggunakan konsep yang disebut perilaku paparan setiap patogen masuk dari dalam tubuh dengan cara yang unik. Ada tiga pintu masuk yaitu:

- a. Organ saluran pernapasan
- b. Sistem saluran pencernaan
- c. Agen penyakit dapat masuk melalui permukaan kulit

4. Simpul 4: Timbulnya Penyakit

Penyakit muncul sebagai akibat dari interaksi antara manusia dan lingkungan, yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan yang serius.

5. Simpul 5: Variabel seluruh sistem

Kejadian penyakit sendiri juga dipengaruhi oleh sekelompok variabel pada node 5 yaitu iklim, topografi, cuaca, dan variabel sistem lainnya, termasuk keputusan politik berupa kebijakan makro yang dapat mempengaruhi semua node. Dengan kata lain, variabel-variabel ini juga harus dipertimbangkan dalam pengendalian penyakit apapun⁹.

D. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)

Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) menghitung dan menilai potensi risiko terhadap kesehatan manusia, termasuk mengidentifikasi keberadaan faktor-faktor yang tidak pasti, menganalisis paparan spesifik, serta mempertimbangkan karakteristik agen yang menjadi perhatian dan target spesifik. ARKL dimaksudkan untuk menilai secara kuantitatif kemungkinan terjadinya masalah kesehatan¹⁰.

Mengacu pada *Risk Assessment and Management Handbook* tahun 1996, dua istilah terkait analisis risiko yaitu *risk analysis* dan *risk assessment*. *Risk analysis* mencakup tiga komponen yaitu penelitian, asesmen risiko (*risk assessment*) atau ARKL dan pengelolaan risiko. Di dalam prosesnya, analisis risiko dapat diilustrasikan sebagai berikut¹⁰:

- a. Tujuan penelitian, baik yang dilakukan di laboratorium maupun di lapangan, adalah untuk mengamati, menganalisis, dan merumuskan

dampak zat-zat berbahaya atau agen risiko di lingkungan terhadap tubuh manusia. Penelitian lapangan bertujuan untuk memahami efek, respons, atau perubahan pada tubuh manusia akibat dosis agen risiko tersebut, serta menentukan nilai referensi yang relevan untuk tubuh.

- b. Penilaian risiko atau ARKL digunakan untuk mengidentifikasi bahaya yang dapat membahayakan, memahami hubungan antara dosis agen risiko dengan respon tubuh berdasarkan berbagai penelitian, serta menentukan tingkat paparan agen risiko dan menentukan tingkat paparan risiko dan dampaknya terhadap populasi.
- c. Pengelolaan risiko dilakukan ketika asesmen risiko menunjukkan bahwa tingkat risiko suatu agen tidak aman atau tidak dapat diterima untuk populasi tertentu. Langkah-langkah pengelolaan risiko meliputi pengembangan opsi regulasi, pemberian rekomendasi teknis serta sosial-ekonomi-politis, dan pelaksanaan tindak lanjut.

Perumusan masalah dilakukan sebelum menentukan langkah-langkah seperti sejauh mana, seberapa besar, kapan, dan siapa saja yang termasuk dalam populasi berpotensi, serta kepedulian masyarakat terhadap kelompok berpotensi tersebut. Rumusan masalah dapat digunakan untuk latar belakang untuk menjelaskan analisis risiko terhadap suatu tingkat risiko perlu dilakukan¹⁰.

1) Langkah 1 : Identifikasi bahaya (hazard identification)

Identifikasi bahaya adalah langkah awal pada ARKL yang dirancang untuk secara spesifik mengidentifikasi zat berisiko

berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan jika tubuh terpapar. Dalam pelengkap deteksi identifikasi bahaya, gejala gangguan kesehatan yang terkait dengan agen risiko juga akan dianalisis juga dapat ditambahkan. Pada tahap ini, penting untuk memahami zat risiko mana yang berbahaya, di media lingkungan mana agen risiko tersebut berada, berapa konsentrasi agen risiko di media lingkungan tersebut, dan potensi gejala kesehatan yang mungkin timbul¹⁰.

2) Langkah 2 : Analisis dosis - respon (*dose-response assessment*)

Setelah mengidentifikasi bahaya (agen risiko, konsentrasi, dan media lingkungan), langkah selanjutnya adalah melakukan analisis dosis-respons. Artinya mencari nilai RfD, RfC dan/atau SF dari zat berbahaya yang menjadi fokus ARKL, serta memahami kemungkinan dampak agen risiko tersebut terhadap tubuh manusia. Analisis dosis-respons ini dapat merujuk pada literatur yang tersedia, dan tujuannya adalah untuk memahami bagaimana agen risiko berdampak pada kesehatan manusia¹⁰:

- a) Mengetahui jalur pajanan (*pathways*) dari zat berbahaya suatu agen risiko sampai ke dalam tubuh manusia.
- b) Mengetahui adanya perubahan gejala atau efek kesehatan disebabkan pada peningkatan konsentrasi atau dosis agen risiko yang sampai ke dalam tubuh.
- c) Mengetahui dosis referensi (RfD) atau konsentrasi referensi (RfC) atau *slope factor* (SF) dari agen risiko tersebut.

3) Langkah 3 : Analisis pajanan (exposure assessment)

Setelah menyelesaikan langkah 1 dan 2, langkah selanjutnya adalah analisis pemajanan, seperti menghitung intake/asupan pada agen risiko. Dalam menghitung intake, digunakan persamaan atau rumus yang berbeda. Data yang digunakan mencari dapat berupa data primer (hasil pengukuran konsentrasi agen risiko pada media lingkungan yang dilakukan sendiri) atau data sekunder (pengukuran konsentrasi agen risiko pada media lingkungan yang dilakukan oleh pihak lain yang dipercaya seperti BLH, Dinas Kesehatan, LSM, dll.), serta asumsi yang didasarkan pada pertimbangan logis atau menggunakan nilai default yang terdapat. Rumus perhitungan yang digunakan merupakan sebagai berikut¹⁰:

$$I = \frac{CxRxtExfExDt}{wbxtavg}$$

Keterangan :

- I : Jumlah konsentrasi pada agen risiko (mg) yang masuk ke dalam tubuh manusia dengan bentuk bubuk ke dalam (kg) setiap harinya (mg/kg/hari)
- C : Konsentrasi agen risiko (udara, makanan) (mg/m³)
- R : Laju hirulasi atau besarnya volume udara yang masuk setiap harinya (m³/hari)
- t : Durasi atau jumlah jam terpapar ya (jam/hari)

- CS : Laju atau jumlah hasil terjadinya pajanan (hasil/tekan)
- Ex : Laju atau jumlah bahan terjualnya pajanan (hasil)
- wh : Berat badan (kg)
- avg : Parameter waktu rata-rata untuk efek non karsinogen (10^{-5} hasil/tekan untuk zat non karsinogen)

4) Langkah 4 : Karakterisasi risiko (*risk characterization*)

Tahap terakhir dalam ARKL merupakan agen risiko. Tahap ini dilaksanakan dapat memastikan tingkat risiko, dengan kata lain, untuk memastikan apakah tingkat risiko dengan konsentrasi berisiko menimbulkan gangguan kesehatan pada masyarakat (dengan karakteristik seperti berat badan, laju inhalasi/konsumsi, waktu, frekuensi, dan durasi pajanan tertentu) atau tidak. Karakterisasi risiko dilakukan juga membagi intake dengan dosis atau konsentrasi agen risiko tersebut. Variabel yang dipakai untuk menghitung tingkat risiko adalah intake/asupan (yang diperoleh dari analisis pemajanan) dan dosis referensi (RfD)/konsentrasi referensi (RfC) yang didapat dari literatur¹⁰.

Tingkat risiko untuk efek non karsinogenik terdapat dalam notasi *Risk Quotien* (RQ). Pada karakterisasi risiko efek non karsinogenik, perhitungan dilakukan dengan membagi intake untuk RfC atau RfD. Rumus tersebut menentukan RQ adalah sebagai berikut¹⁰.

Bahasa yang lebih sederhana dapat diterima oleh masyarakat. Tingkat risiko dinyatakan dalam angka atau bilangan desimal tanpa

satuan. Tingkat risiko dianggap AMAN jika intake \leq RfD atau RfC, atau dinyatakan dengan $RQ \leq 1$. Tingkat risiko dianggap tidak aman jika intake $>$ RfD atau RfC, atau dinyatakan dengan $RQ \geq 1$.

$$RQ = \frac{intake}{RfD}$$

keterangan :

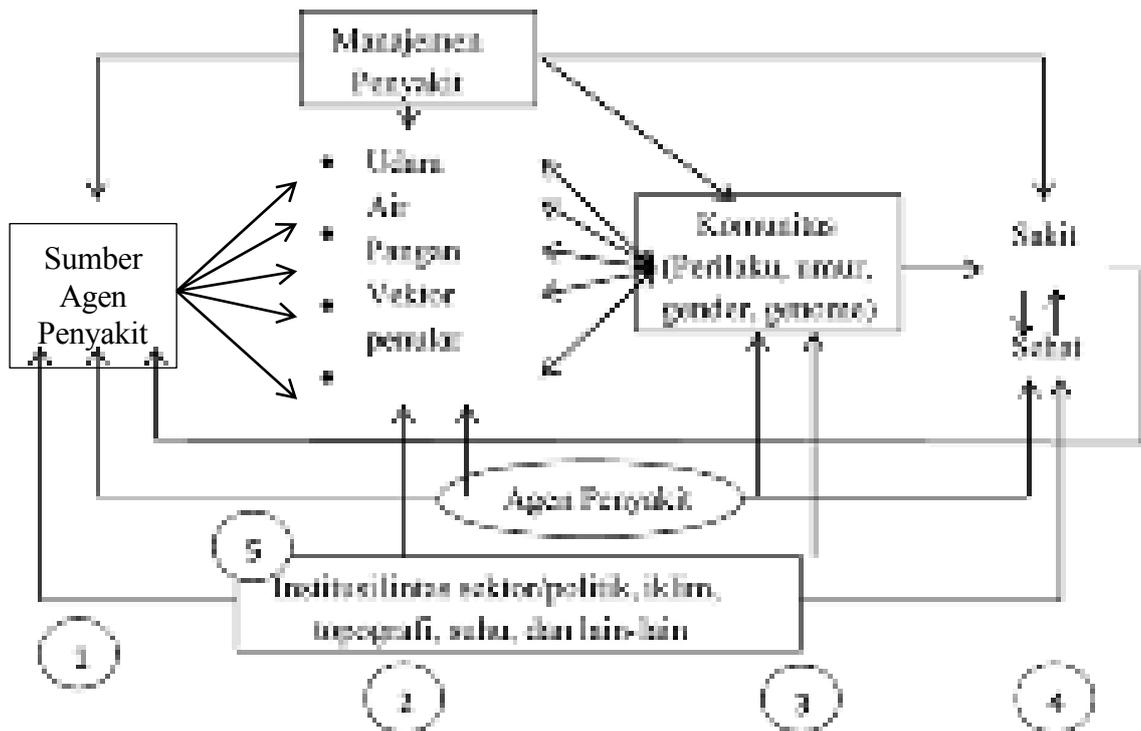
RQ : Risk Quotient

intake : Intake (mg/kg/hari)

RfD : Nilai referensi aman risiko para pemajaman inhalasi (mg/kg/hari).

E. Kerangka Teori

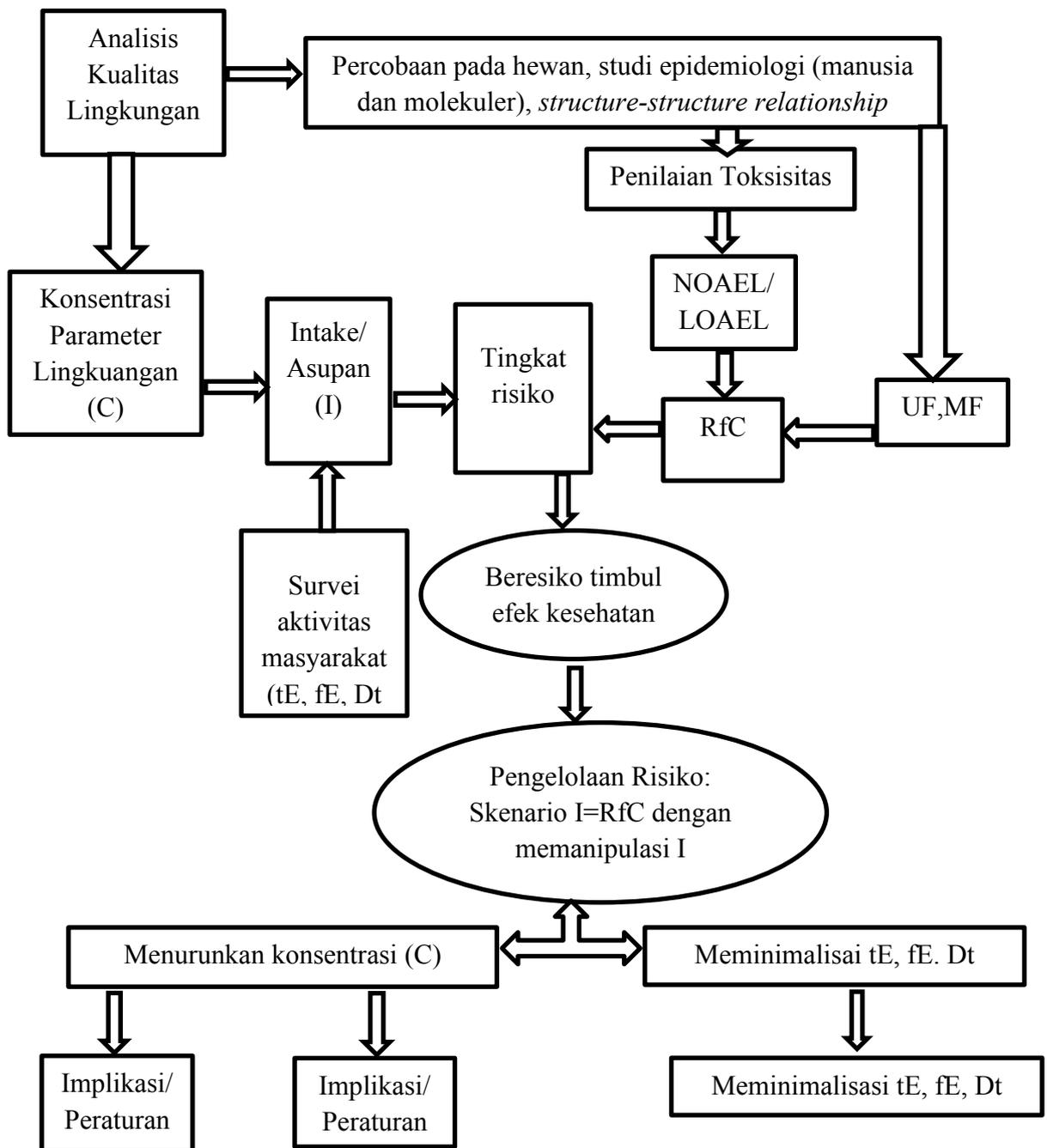
Berdasarkan pada teori sebelumnya, maka kerangka teori yang digunakan pada penelitian ini adalah teori simpul dan teori ARKL sebagai berikut



Keterangan :

- 1 Simpul 1 (Sumber Agen Penyakit)
- 2 Simpul 2 (Media pada Transmisi Penyakit)
- 3 Simpul 3 (Perilaku Pemajanan)
- 4 Simpul 4 (Kejadian Penyakit)
- 5 Simpul 5 (Variabel Susprasistem)

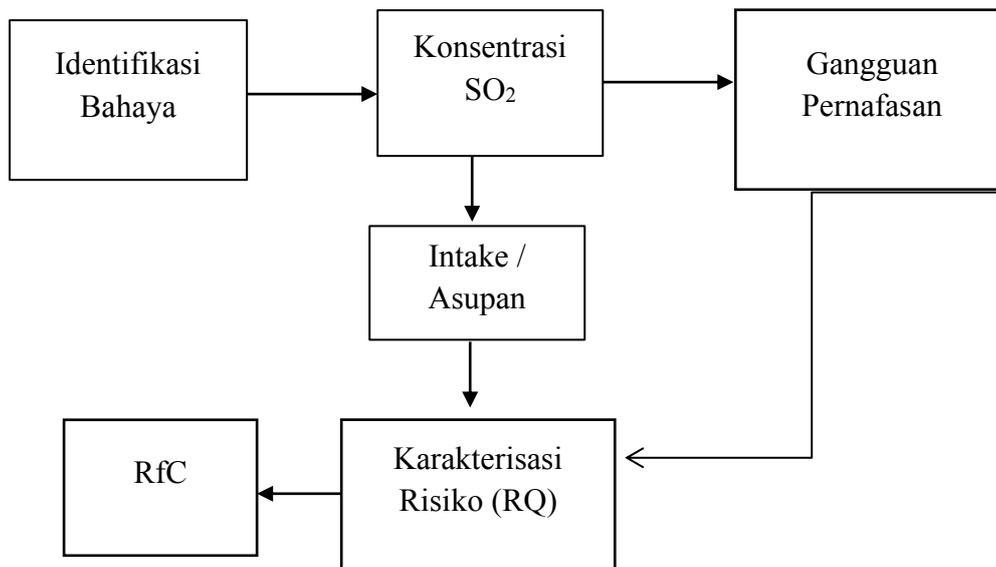
Gambar 2 Kerangka Teori dengan Teori Simpul (Achmadi,2012)⁹



Gambar 3 Kerangka Teori dengan Teori ARKL
(Ditjen PP & PL Kemenkes, 2012)¹⁰

E Kerangka Konsep

Berdasarkan kerangka teori di atas, maka penelitian ini dilakukan fokuskan pada analisis risiko kesehatan lingkungan gangguan pernafasan terhadap operator SPBU di Kota Padang Tahun 2024.



Gambar 4 Kerangka Konsep

F. Definisi Operasional

Tabel 3. Definisi Operasional

Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Cara Ukur	Hasil Ukur	Skala
1. Identifikasi Bahaya	Proses menganalisis adanya bahaya yang terdiri dari :				
a. Jenis kegiatan	Kegiatan yang dilakukan di SPBU adalah pengisian dan pengantrian bahan bakar.	<i>Stopwach</i>	Pengukuran	Jumlah kendaraan	Rasio
b. Volume kegiatan	Output bahan bakar yang dikeluarkan per hari	Kuesioner	Wawancara	Jam/hari	Rasio
c. Lama kegiatan	Lamanya operator dalam pengisian bahan bakar.	Kuesioner	Wawancara	Jam/hari	Rasio
d. Bahaya fisik	Akibat dari parameter SO ₂ suhu yang mempengaruhi yaitu kepanasan, kekeringan	Kuesioner	Wawancara	1. Ada bahaya fisik 2. Tidak ada bahaya fisik	Ordinal
e. Upaya Perubahan yang terjadi	Adanya pohon yang bersifat untuk mengurangi polusi udara.	Kuesioner	Observasi	1. Ada upaya 2. Tidak ada upaya	Ordinal
f. Rambu-rambu	Adanya terpasang rambu-rambu bahaya yang ada di area SPBU	Kuesioner	Wawancara	1. Ada rambu 2. Tidak ada rambu-rambu	Rasio

2. Kadar gas SO ₂	Banyaknya kadar gas SO ₂ yang dihasilkan pada wilayah ini di area SPBU	<i>Spektrofotometer</i> dan gas <i>analyzer</i>	Pengambilan sampel Menggunakan gas sampler impinger dan di analisis dengan alat spektrofotometer metode <i>Pararosanilin</i>	mg/m ³	Rasio
Gejala Gangguan Pernafasan	Gejala gangguan pernafasan yang dialami pekerja SPBU berupa sesak nafas, nyeri dada, batuk, dan irtasi tenggorokan	Kuesioner	Wawancara	1. Ada gejala yang dirasakan responden 2. Tidak ada gejala yang dirasakan responden	Rasio
Analisis Pajanan (<i>Intake</i>)	Jumlah kadar gas SO ₂ yang masuk melalui tubuh manusia dengan berat badan tertentu (kg/hari)	$I = \frac{CxRxtExfExDt}{wbxtavg}$	Perhitungan Rumus, Kuesioner, Timbangan	mg/Kg/hari	Rasio
Karakteristik Risiko (RQ)	Tingkat perkiraan risiko yang diterima oleh individu	Membagi nilai <i>Intake</i> dengan RfC	Perhitungan Rumus	1. $RQ \leq 1$ tidak berisiko 2. $RQ > 1$ berisiko	Ordinal

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif analisis, yang menggunakan pendekatan analisis risiko kesehatan lingkungan (ARKL) untuk menggambarkan situasi secara objektif. Analisis risiko kesehatan lingkungan merupakan strategi bagi mempertimbangkan atau memprediksi efek terhadap kesehatan pada manusia, terkandung mengidentifikasi faktor-faktor ketidakpercayaan, penelusuran pajanan tertentu, serta perhitungan karakteristik agen risiko dan sasaran spesifik. ARKL terdiri dari empat langkah utama: identifikasi bahaya, analisis dosis-respons, analisis pajanan, dan karakterisasi risiko.

B. Waktu dan Tempat

1. Waktu Penelitian

Waktu Penelitian akan dilakukan pada bulan Januari-Juni 2024

2. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di wilayah Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) Kota Padang Tahun 2024.

C. Populasi dan Sampel

1. Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh SPBU yang ada Di Kota Padang yakni sebanyak 26 SPBU yang tersebar di 11 Kecamatan.

2. Sampel

a. Pengambilan Sampel SO₂ di SPBU

Tabel 4. Jumlah SPBU Kota Padang

No	Kecamatan	Jumlah SPBU	Keterangan	SPBU yang diambil
1.	Bungus Teluk Kabung	1	Jalan lalu lintas sumatera yang menghubungkan antara Kota Padang dengan Pesisir Selatan	1
2.	Lubuk Kilangan	2	Jalan raya yang terdapat beberapa pusat perbelanjaan	0
3.	Lubuk Begalung	2	Jalan lalu lintas sumatera yang menghubungkan antara Padang dengan Solok, Sijunjung, Dhamasraya	1
4.	Padang Selatan	1	Jalan raya yang terdapat beberapa pusat perbelanjaan	0
5.	Padang Timur	3	Jalan Pusat menuju Kota Padang yang banyak dilalui kendaraan	1
6.	Padang Barat	4	Jalan raya yang terdapat beberapa pusat perbelanjaan	0
7.	Padang Utara	4	Jalan raya yang terdapat beberapa pusat perbelanjaan	0
8.	Nanggalo	1	Jalan raya yang terdapat beberapa pusat perbelanjaan	0
9.	Kuranji	2	Jalan raya yang terdapat beberapa pusat perbelanjaan	0
10.	Pauh	1	Jalan raya yang terdapat beberapa pusat perbelanjaan	0
11.	Koto Tengah	5	Jalan lalu lintas sumatera yang menghubungkan antara Kota Padang dengan Kota Pariaman	1
Jumlah		26		4

Dari tabel 3. diatas 11 Kecamatan 26 unit SPBU Kota Padang, Sehingga dalam penelitian ini diambil 4 SPBU, dengan persebaran wilayah bagian barat, timur, selatan, dan utara. Pada wilayah bagian selatan di Lubuk Begalung diambil SPBU Pitameh, wilayah bagian timur diambil SPBU Marapalam, wilayah bagian

utara diambil SPBU Aia Pacah, dan wilayah bagian Bungus Teluk Kabung diambil SPBU Coco Mata Air. Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini dilakukan menggunakan *Probability Porportional to size* dengan membagi pengamatan sesuai dengan proporsi. Pengambilan sampel SO₂ dilakukan di 4 SPBU Kota Padang yakni SPBU Pitameh, SPBU Marapalam, SPBU Coco Mata Air, dan SPBU Aia Pacah. Pengambilan titik sampel SO₂ dilakukan saat pengendaraan sepeda motor mengantri di SPBU.

b. Sampel Manusia

Adapun sampel pekerja yang bekerja sebagai pengelola SPBU, dan Operator di SPBU Kota Padang Tahun 2024. Kriteria sampel penelitian sebagai berikut:

1. Kriteria Inklusi

Orang yang bekerja dekat dengan pompa bahan bakar di pengisian bahan bakar SPBU Kota Padang Tahun 2024.

2. Kriteria Ekslusi

Orang yang tidak bekerja dekat dengan pompa bahan bakar di pengisian bahan bakar SPBU Kota Padang Tahun 2024.

Tabel 5. Sampel Pekerja SPBU

No	Nama SPBU	Operator	Sampel
1.	Pitameh	20	10
2.	Coco Mata Air	10	5
3.	Marapalam	8	4
4.	Aia Pacah	8	4
Jumlah			23

Berdasarkan cara penentuan sampel pekerja SPBU jumlah yang diambil baik Pengelola maupun Operator berjumlah sebanyak 23 sampel pekerja.

D. Teknik dan Alat Pengumpulan Data

1. Data Primer

Data Primer dalam penelitian ini meliputi pengukuran konsentrasi SO₂ secara langsung menggunakan gas sampler impinger dan di analisis dengan alat Spektrofotometer metode pararosanilin yang diukur oleh pihak ke-3 yaitu Laboratorium Kesehatan Daerah Sumatera Barat, suhu dengan termometer, data antropometri diukur menggunakan timbangan, data pola aktivitas responden menggunakan kuesioner serta data pendukung dengan pihak pengelola dan data gangguan pernafasan dengan menggunakan kuesioner.

2. Data Sekunder

Data sekunder dalam penelitian ini mencakup data geografis, informasi umum mengenai lokasi SPBU, dan data pribadi pekerja SPBU yang diperoleh dari KTP atau jaminan kesehatan.

E. Instrumen Penelitian

Instrumen atau alat pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan gas sampler impinger dan di analisis dengan alat Spektrofotometer metode pararosanilin untuk mengukur konsentrasi SO₂, untuk data pola aktivitas serta kuesioner untuk data gangguan pernafasan pada pekerja, mengukur lama jenis kegiatan yang dilakukan menggunakan alat *stopwach*.

E. Teknik Pengolahan Data

Pada proses mengolah data ini terdapat empat tahap yaitu :

1. Editing

Pengeditan atau editing adalah proses memeriksa kuesioner atau survei untuk memastikan bahwa jawaban yang tercantum telah cukup, nyata, penting, dan tidak diubah-ubah.

2. Coding

Coding adalah proses memindahkan fakta membentuk format angka untuk memudahkan entri data dan analisis oleh peneliti.

3. Entry

Data yang telah dikodekan dimasukkan ke dalam perangkat lunak dan kemudian diinput di dalam sistem program pada komputer untuk analisis lebih lanjut.

4. Cleaning

Data yang sudah di coding dilakukan pengecekan ulang dengan mengkonfirmasi pada daftar pertanyaan yang ada di kuesioner dan memberikan kesempatan untuk dilakukan perbaikan sebelum dilakukan analisis.

F. Analisis Data

1. Analisis Univariat

Tujuan analisis univariat adalah untuk mendapatkan gambaran tentang distribusi karakteristik variabel yang diukur dalam penelitian, kemudian menyajikannya dalam bentuk tabel atau grafik.

2. Analisis Karakterisasi Risiko Kesehatan Lingkungan

Menurut analisis risiko kesehatan lingkungan, diperlukan data konsentrasi, data antropometri, dan data pola aktivitas pekerja, yaitu data berat badan (Wb), laju inhalasi (R), frekuensi pajanan (fE), lama pajanan (tE), dan durasi pajanan (Dt). Data ini kemudian digunakan untuk menghitung nilai intake agen risiko dan tingkat risiko dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rumus} \quad : I_{nk} = \frac{CxRxtExfExDt}{wbxtavg}$$

Keterangan :

I_{nk} : Jumlah konsentrasi agen risiko (mg) yang masuk ke dalam tubuh manusia dengan berat badan tertentu (kg) setiap harinya (mg/kg/hari)

C : Konsentrasi agen risiko pada media udara (udara ambien) (mg/m^3)

R : Laju inhalasi atau banyaknya volume udara yang masuk setiap jamnya ($0,83 \text{ m}^3/\text{jam}$)

tE : Lamanya atau jumlah jam terjadinya pajanan setiap harinya (tE lingkungan kerja 8 jam/hari)

fE : Lamanya atau jumlah hari terjadinya pajanan setiap tahunnya (hari/tahun)

Dt : Lamanya atau jumlah tahun terjadinya pajanan (lama pekerja bekerja tahun)

Wb : Berat badan (kg)

$tavg$: Periode waktu rata-rata untuk efek non karsinogen ($Dt \times 365$ hari/tahun pada zat non karsinogenik).

$$\text{Rumus} \quad RQ = \frac{I_{\text{se}}}{R_{\text{se}}}$$

Keterangan :

- RQ : Rasio Qandari
- I_{se} : Intake energi (maka kalori)
- R_{se} : Nilai referensi organ tubuh pada pertumbuhan individu (maka kalori)

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Kota Padang adalah kota dengan jumlah subsidi bahan bakar umum (BBM) terbanyak. Di kota ini terdapat 26 SPBU yang tersebar, termasuk SPBU Pitameh, SPBU Coco Mata Air, SPBU Marapalam, dan SPBU Aia Pacah, yang menjadi lokasi penelitian. Lokasi penelitian ini merupakan SPBU terbesar berdasarkan jumlah bahan bakar yang dikeluarkan dalam kiloliter per hari, jumlah kendaraan yang mengisi bahan bakar, serta jenis bahan bakar yang disediakan (*pertalite*, *pertamax*, dan solar). Selain itu, SPBU ini juga tersedia atas fasilitas tambahan yaitu minimarket, surau, toilet umum, dan mesin uang tunai.

SPBU Pitameh terletak di Jalan Raya Indarung, Kecamatan Lubuk Begalung, Kota Padang, adapun gambaran lokasi SPBU Pitameh Lubeg sebagai berikut:



Sumber maps citra satelit

Gambar 5 SPBU Pitameh Lubeg

Lalu SPBU Marapalam terletak Jalan Dr. Sutomo, Kecamatan Padang Timur, Kota Padang, dengan gambar lokasi SPBU Marapalam sebagai berikut:



Sumber maps citra satelit

Gambar 6 SPBU Marapalam

SPBU Aia Pacah terletak di Jalan By Pass, Kecamatan Koto Tangah, Kota Padang, adapun gambaran lokasi SPBU Aia Pacah sebagai berikut:



Sumber maps citra satelit

Gambar 7 SPBU Aia Pacah

SPBU Coco Mata Air terletak di Jalan Sultan Syahrir, Kecamatan Padang Selatan, Kota Padang, adapun gambaran lokasi SPBU Coco Mata Air.



Sumber maps citra satelit

Gambar 8 SPBU Coco Mata Air

Tabel 6. Hasil Pengukuran Suhu, Jumlah Kendaraan di Lingkungan Kerja 4 SPBU Kota Padang Tahun 2024

Titik Pengukuran	Suhu (°C)	Jumlah Kendaraan/1 Jam
SPBU Coco Mata Air	34,0	615
SPBU Marapalam	36,0	507
SPBU Aia Pacah	34,0	548
SPBU Pitameh	32,0	526

Berdasarkan tabel 6. diatas, pengukuran suhu terendah berada pada SPBU Pitameh sebesar 32,0°C pada pukul 12.00-13.00 WIB dan tertinggi pada SPBU Marapalam sebesar 36,0 °C pada pukul 09.30-10.30 WIB. Tekanan udara dipengaruhi oleh suhu udara dan ketinggian tempat. Hal ini di pengaruhi oleh suhu udara di lokasi, dimana dilakukan pengukuran saat paparan sinar matahari ke permukaan bumi pada siang hari. Jumlah kendaraan yang melintas selama proses

pengukuran gas SO₂ terbanyak di SPBU Coco Mata Air sebanyak 615 kendaraan/jam serta jumlah kendaraan yang paling sedikit SPBU Marapalam sebanyak 507 kendaraan/jam.

B. Hasil

1. Identifikasi Bahaya

Berdasarkan identifikasi bahaya pada lokasi penelitian, dapat diketahui bahwa agen risiko *Sulfur Dioksida* (SO₂) pada media lingkungan potensial udara lingkungan kerja 4 SPBU Kota Padang, yaitu SPBU Pitameh, Coco Mata Air, Aia Pacah, dan Marapalam.

a. Jenis Kegiatan

Jenis Kegiatan yang diamati yaitu kegiatan pekerja yang terpajan langsung dengan risiko kesehatan yang ada pada proses kerja di SPBU, yang meliputi saat proses pengantrian dan pengisian bahan bakar. Berdasarkan hasil pengamatan yang didapatkan pada kendaraan bermotor memang tidak mematikan kendarannya saat proses pengantrian kecuali pada saat proses pengisian bahan bakar, karena sangat berpotensi menghasilkan gas buang dari kendaraan bermotor tersebut. Terlihat dari kendaraan yang berada di lingkungan kerja selama proses pengisian maupun pengantrian bahan bakar.

b. Volume Kegiatan

Hasil dari penelitian ini terdapat jumlah output bahan bakar yang dikeluarkan oleh SPBU Pitameh kiloliter/hari sebesar ±100, SPBU Coco Mata Air memiliki jumlah output bahan bakar yang dikeluarkan sebesar

±82, SPBU Marapalam memiliki jumlah output bahan bakar yang dikeluarkan sebesar ±56, dan SPBU Aia Pacah memiliki jumlah output bahan bakar yang dikeluarkan sebesar ±60.

c. Lama Kegiatan

Lamanya kegiatan yang dilakukam oleh karyawan ini bekerja selama 8 jam, dengan 3 shift mulai jam 07.00-15.00 WIB, 15.00-23.00 WIB, dan 23.00-07.00 WIB.

d. Bahaya Fisik

Bahaya fisik di lingkungan kerja SPBU meliputi risiko kebakaran dan ledakan dari bahan bakar kendaraan serta kebocoran gas elpiji. Untuk mengurangi dampak dari bahaya tersebut, pengelola kegiatan telah melakukan perubahan lokasi dengan memasang rambu-rambu peringatan tentang bahaya fisik yang dapat terjadi akibat kegiatan kerja.

e. Upaya Perubahan yang terjadi

Dari hasil pengamatan 4 SPBU tersebut, dengan adanya perubahan yang dilakukan seperti adanya pohon pelindung yang bersiifat mengurangi polusi udara.

f. Rambu-rambu

Laporan pelaksanaan kegiatan pengendalian mutu belum ada dan terdapat rambu-rambu bahaya di tempat kerja. Pemeriksaan laboratorium dan lingkungan kerja yang telah dilakukan hanya SPBU Coco Mata Air.

2. Kadar Gas SO₂ di Lingkungan SPBU Penelitian

Berdasarkan hasil pengukuran gas SO₂ yang telah dilakukan di 4 SPBU Kota Padang didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 7. Hasil Pengukuran Gas SO₂ di Lingkungan Kerja 4 SPBU Kota Padang Tahun 2024

Titik Pengukuran	Hasil Gas SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nilai Ambang Batas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
SPBU Coco Mata Air	4,33	365
SPBU Marapalam	4,21	365
SPBU Aia Pacah	4,18	365
SPBU Pitameh	4,16	365

Berdasarkan tabel 7. diatas,diketahui bahwa Kadar Gas SO₂ di lingkungan kerja SPBU Kota Padang tahun 2024 tidak melebihi nilai ambang batas menurut Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999 tentang pengendalian pencemaran udara di dalam peraturan tersebut, nilai ambang batas Kadar Gas Sulfur Dioksida (SO₂) yaitu 365 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ atau 0,365 mg/m^3 .

3. Gejala Gangguan Saluran Pernafasan

Berdasarkan gangguan saluran pernafasan yang dirasakan oleh pekerja, pekerja digolongkan memiliki gangguan saluran pernafasan akan mengalami gejala seperti batuk, dahak, nafas berbunyi/mengi, dan sesak nafas. Berikut ini gangguan saluran pernafasan dalam pekerja di 4 SPBU Kota Padang :

Tabel 8. Gangguan Saluran Pernafasan Pada Pekerja SPBU Kota Padang Tahun 2024

Gangguan	<i>f</i>	%
Ada gejala yang dirasakan	13	51,9
Tidak ada gejala yang dirasakan	14	48,1
Jumlah	27	100

Berdasarkan tabel 8. diatas, pekerja yang mengalami ada gejala yang dirasakan responden pada saluran pernafasan sebanyak 13 orang (51,9%) dan yang tidak mengalami gangguan saluran pernafasan sebanyak 14 orang (48,1%).

Tabel 9. Gambaran Gejala Gangguan Saluran Pernafasan pada Pekerja SPBU Kota Padang, Tahun 2014

Gejala	Ya		Tidak	
	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%
Batuk	18	66,7	9	33,3
Dahak	12	44,4	15	55,6
Nyeri Dada	12	44,4	15	55,6
Sesak Nafas	8	29,6	19	70,4

Berdasarkan tabel 9. diatas, gejala gangguan saluran pernafasan pada pekerja banyak dialami oleh pekerja adalah batuk sebanyak 18 (66,7%) dan dahak dan nyeri dada sebanyak 12 (44,4%), gejala sesak nafas hanya 8 orang (29,6%) . Berdasarkan hasil wawancara mengenai kebiasaan merokok pekerja SPBU sebanyak 17 (63,0%) orang pekerja laki-laki yang memiliki kebiasaan merokok.

4. Analisis Paparan

1. Karakteristik Antropometri dan Pola Aktivitas

Pengukuran karakteristik antropometri dan pola aktivitas dilakukan terhadap 27 pekerja. Hasil karakteristik antropometri dan pola aktivitas pekerja dilihat di tabel dibawah ini :

Tabel 10. Karakteristik Antropometri dan Pola Aktivitas Pekerja SPBU Pitamuh Kota Padang Tahun 2024

Nama	Jenis Kelamin	Umur (tahun)	Berat Badan (kg)	Waktu Paparan (jam/hari)	Durasi Paparan (tahun)	Frekuensi Paparan (hari/tahun)
RY	Laki-laki	47	65,00	8	12	312
DD	Laki-laki	55	47,00	8	20	312
EK	Laki-laki	45	48,00	8	12	312
ZK	Laki-laki	42	46,00	8	12	312
MW	Laki-laki	55	57,00	8	22	312
ST	Perempuan	45	43,00	8	11	312
AH	Perempuan	38	40,00	8	8	312
EI	Laki-laki	41	56,00	8	10	312
PT	Perempuan	39	42,00	8	8	312
EE	Laki-laki	38	44,10	8	8	312
ER	Laki-laki	42	47,00	8	10	312
Maksimum		55	65,00		22	
Minimum		38	42,00		8	
Rata-rata		43,64	48,81		12,09	

Berdasarkan tabel 10 diatas pola antropometri pekerja menunjukkan rata-rata umur 43,64 tahun, dengan umur maksimum 55 tahun dan minimum 38 tahun. Rata-rata berat badan pekerja adalah 48,81 kg, dengan berat badan maksimum 65,00 kg dan minimum 42,00 kg. Untuk pola aktivitas pekerja, rata-rata durasi paparan adalah 12,09 tahun, dengan durasi paparan maksimum 22 tahun dan minimum 8 tahun. Waktu paparan adalah 8 jam per hari, dengan frekuensi paparan 312 hari dalam setahun.

Tabel 11. Karakteristik Antropometri dan Pola Aktivitas Pekerja SPBU Coco Mata Air Kota Padang Tahun 2024

Nama	Jenis Kelamin	Umur	Berat Badan	Waktu Pajanan	Durasi Pajanan	Frekuensi Pajanan
AF	Laki-laki	45	45,00	8	12	312
JG	Laki-laki	45	45,00	8	12	312
UI	Laki-laki	55	55,00	8	22	312
SP	Laki-laki	40	58,00	8	11	312
II	Perempuan	43	36,00	8	12	312
Maksimum		55	58,00		22	
Minimum		40	36,00		11	
Rata-rata		45,6	47,80		13,8	

Berdasarkan tabel 11 di atas, pola antropometri pekerja menunjukkan rata-rata umur 45,6 tahun, dengan umur maksimum 55 tahun dan minimum 40 tahun. Rata-rata berat badan pekerja adalah 47,80 kg, dengan berat badan maksimum 58,00 kg dan minimum 36,00 kg. Untuk pola aktivitas pekerja, rata-rata durasi pajanan adalah 13,8 tahun, dengan durasi pajanan maksimum 22 tahun dan minimum 11 tahun. Waktu pajanan adalah 8 jam per hari, dengan frekuensi pajanan 312 hari dalam setahun.

Tabel 12. Karakteristik Antropometri dan Pola Aktivitas Pekerja SPBU Marapalam Kota Padang Tahun 2024

Nama	Jenis Kelamin	Umur (tahun)	Berat Badan (kg)	Waktu Pajanan (jam/hari)	Durasi Pajanan (tahun)	Frekuensi Pajanan (hari/tahun)
BN	Laki-laki	48	45,00	8	15	312
AL	Laki-laki	40	43,00	8	10	312
STN	Laki-laki	47	42,00	8	15	312
PN	Laki-laki	44	46,00	8	12	312
BR	Laki-laki	56	61,00	8	20	312
JP	Laki-laki	45	47,00	8	16	312
Maksimum		56	61,00		20	
Minimum		40	42,00		10	
Rata-rata		46,67	47,33		14,67	

Berdasarkan tabel 12 di atas, pola antropometri pekerja menunjukkan rata-rata umur 46,67 tahun, dengan umur maksimum 56 tahun dan minimum 40 tahun. Rata-rata berat badan pekerja adalah 47,33 kg, dengan berat badan maksimum 61,00 kg dan minimum 42,00 kg. Untuk pola aktivitas pekerja, rata-rata durasi pajanan adalah 14,67 tahun, dengan durasi pajanan maksimum 20 tahun dan minimum 10 tahun. Waktu pajanan adalah 8 jam per hari, dengan frekuensi pajanan 312 hari dalam setahun.

Tabel 13. Karakteristik Antropometri dan Pola Aktivitas Pekerja SPBU Aia Pacah Kota Padang Tahun 2024

Nama	Jenis Kelamin	Usia (tahun)	Berat Badan (kg)	Waktu Pajanan (jam/hari)	Durasi Pajanan (tahun)	Frekuensi Pajanan (hari/tahun)
A4	Laki-laki	44	40,00	8	15	312
B6	Pemempuan	34	41,00	8	7	312
V1	Pemempuan	37	39,00	8	5	312
W7	Laki-laki	51	48,00	8	22	312
Y9	Laki-laki	46	40,00	8	16	312
Maksimum		56	51,00		22	
Minimum		37	39,00		5	
Rata-rata		43,8	45,80		13	

Berdasarkan tabel 13 di atas, pola antropometri pekerja menunjukkan rata-rata umur 43,8 tahun, dengan umur maksimum 56 tahun dan minimum 37 tahun. Rata-rata berat badan pekerja adalah 45,80 kg, dengan berat badan maksimum 51,00 kg dan minimum 39,00 kg. Untuk pola aktivitas pekerja, rata-rata durasi pajanan adalah 13 tahun, dengan durasi pajanan maksimum 22 tahun dan minimum 5 tahun. Waktu pajanan adalah 8 jam per hari, dengan frekuensi pajanan 312 hari dalam setahun.

2. Perhitungan *Intake*

Nilai intake dinyatakan sebagai jumlah pajanan yang masuk ke dalam tubuh individu per kilogram berat badan per hari, dan dapat dihitung untuk periode *realtime* maupun *lifetime*. Masa *realtime* mencakup masa kerja yang telah dilalui, sedangkan *lifetime* menggunakan durasi pajanan dengan proyeksi 10, 20, dan 30 tahun. Durasi pajanan 30 tahun dianggap sebagai waktu yang diperkirakan

untuk efek non-karsinogenik termanifestasi dalam tubuh. Berikut adalah hasil perhitungan nilai intake yang telah dilakukan.

Tabel 14. Jarak, BesiWaktu dan Intake Lifetime Pekerja SPBU Kota Padang tahun 2024

SPBU	Jumlah Pekerja	Kadar gas SO ₂ (mg/m ³)	Intake Realtime (mg/kg/hari)	Intake Lifetime (mg/kg/hari)		
				10 tahun	20 tahun	30 tahun
SPBU Pitameh Lubeg	11	0,00416	0,00421-0,01004	0,00012-0,00019	0,00024-0,00039	0,00036-0,00059
SPBU Coco Mata Air	5	0,00433	0,00466 - 0,00819	0,00014-0,00022	0,00028-0,00045	0,00042-0,00068
SPBU Marapalam	5	0,00421	0,00623-0,00853	0,00013-0,00018	0,00026-0,00037	0,00039-0,00056
SPBU Aia Pacah	5	0,00418	0,00304-0,01087	0,00015-0,00020	0,00031-0,00040	0,00046-0,00068
Maksimum	11	0,00433	0,01087	0,00022	0,00045	0,00068
Minimum	5	0,00418	0,00304	0,00012	0,00024	0,00036
Rata-rata	6,5	0,00211	0,00658	0,00017	0,00034	0,00051

Berdasarkan tabel 14 di atas, dapat diketahui bahwa intake realtime dan intake lifetime tertinggi berada di lokasi sampling titik SPBU Aia Pacah, dengan nilai 0,01087 mg/kg/hari pada intake realtime. Sementara itu, intake lifetime tertinggi berada di SPBU Coco Mata Air, dengan nilai 0,00022 mg/kg/hari pada durasi pajanan 10 tahun, 0,00045 mg/kg/hari pada durasi pajanan 20 tahun, dan 0,00068 mg/kg/hari pada durasi pajanan 30 tahun. Di sisi lain, intake realtime dan intake lifetime terendah berada di SPBU Aia Pacah, dengan nilai 0,00304 mg/kg/hari pada intake realtime. Intake lifetime terendah ditemukan di SPBU Pitameh, dengan nilai 0,00012 mg/kg/hari pada durasi pajanan 10 tahun, 0,00024 mg/kg/hari pada durasi pajanan 20 tahun, dan 0,00036 mg/kg/hari pada durasi pajanan 30 tahun.

5. Karakterisasi Risiko

Karakterisasi risiko dilakukan untuk menentukan kualitas efek, yaitu agar mengetahui apakah agen efek dengan konsentrasi yang menganalisis dalam ARKL berisiko mengakibatkan terganggu kesehatan pada pekerja. Proses ini dilakukan dengan membandingkan nilai intake pada nilai RfC. Berdasarkan penelitian ini merujuk pada buku primer standar NAAQS dari *Environmental Protection Agency* (EPA, 1990), diperoleh nilai RfC sebagai berikut:

Tabel 15. Analisis Dosis-respon Sulfur Dioksida (SO₂)

<i>Agent Risiko</i>	<i>Dosis-respon</i>	<i>Efek Kritis dan Referensi</i>
<i>Sulfur Dioksida (SO₂)</i>	0,026 mg/kg/hari	Gangguan Saluran Pernafasan (EPA/NAAQS 1990)

Berdasarkan tabel 15 di atas, agen risiko Sulfur Dioksida (SO₂) memiliki dosis-respon sejumlah 0,026 mg/kg/hari dengan akibat berupa gangguan pada saluran pernapasan. Setelah nilai RfC SO₂ dan nilai intake diketahui, karakterisasi risiko dapat dihitung. Hasil perhitungan karakterisasi risiko lihat di tabel 15 bawah ini.

Tabel 16. Karakteristik Risiko Gejala Gangguan Saluran Pernafasan Pada pekerja SPBU Kota Padang Tahun 2024

SPBU	Jumlah Pekerja	Kadar gas SO ₂ (mg/m ³)	Nilai Risiko	<i>RQ Realtime</i>		<i>RQ Lifetime</i>	
				Berisiko	Tidak Berisiko	Berisiko	Tidak Berisiko
SPBU Pitameh Lubeg	11	0,00416	0,165-0,386	0	11	0	11
SPBU Coco Mata Air	5	0,00433	0,178-0,378	0	5	0	5
SPBU Marapalam	5	0,00421	0,213-0,328	0	5	0	5
SPBU Aia Pacah	5	0,00418	0,116-0,418	0	5	0	5
Maksimum	11	0,00433	0,418		11		11
Minimum	5	0,00416	0,116		5		5
Rata-rata	6,5	0,004211	0,297		6,5		6,5

Berdasarkan tabel 16. terlihat semua pekerja baik yang bekerja pada bagian pengelola maupun operator pengisian bahan bakar ataupun pengantrian serta pengelola SPBU yang berada dalam ruangan tertutup memiliki risiko ($RQ < 1$) pada masa kerja *realtime*, *lifetime* proyeksi 10,20 dan 30 tahun memiliki risiko ($RQ < 1$).

C. Pembahasan

1. Identifikasi Bahaya

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, kegiatan yang sumber bahaya adalah dari proses pengantrian dan pengisian bahan bakar oleh kendaraan bermotor. Identifikasi bahaya dilakukan untuk menentukan spesifik *agen* risiko yang menyebabkan gangguan saluran pernafasan dapat diketahui bahwa *agen* risiko *Sulfur Dioksida* (SO₂) pada media lingkungan potensial udara lingkungan kerja 4 SPBU Kota Padang, yaitu SPBU Pitameh, Coco Mata Air, Aia Pacah, dan Marapalam.

a. Jenis Kegiatan

Berdasarkan tahapan proses pada jenis kegiatan yang diamati yaitu kegiatan pekerja yang terpajan langsung dengan risiko kesehatan yang ada pada proses kerja di SPBU, yang meliputi saat proses pengantrian dan pengisian bahan bakar menunjukkan risiko yang lebih tinggi bagi pekerja dibandingkan dengan pekerja pengelola SPBU yang bekerja hanya dalam ruangan tertutup. Hasil pengamatan yang didapatkan pada kendaraan bermotor memang tidak mematikan kendarannya saat proses pengantrian dan pengisian bahan bakar, karena sangat berpotensi menghasilkan gas dari angkutan transportasi tersebut. Hal ini terlihat dari kendaraan yang berada di lingkungan kerja selama proses pengisian maupun pengantrian bahan bakar.

Perhitungan jumlah kendaraan dilakukan dengan gadget menggunakan aplikasi Multi Counter. Dengan berkurangnya jumlah kendaraan, maka jumlah kadar gas buang yang mengandung SO_2 juga akan berkurang, hal ini menunjukkan bahwa jumlah kendaraan berbanding lurus dengan hasil pengukuran gas yang mengandung SO_2 .

b. Volume Kegiatan

Hasil dari penelitian ini terdapat jumlah output bahan bakar yang dikeluarkan oleh SPBU Pitameh kiloliter/hari sebesar ± 100 , SPBU Coco Mata Air memiliki jumlah output bahan bakar yang dikeluarkan

sebesar ± 82 , SPBU Marapalam memiliki jumlah output bahan bakar yang dikeluarkan sebesar ± 56 , dan SPBU Aia Pacah memiliki jumlah output bahan bakar yang dikeluarkan sebesar ± 60 .

Sejalan dengan Penelitian Riska (2019), dalam sehari SPBU Pitameh output bahan bakar kiloliter/hari sebesar ± 55 , SPBU Coco Mata Air memiliki output bahan bakar kiloliter/hari sebesar ± 42 , kemudian SPBU Marapalam output bahan bakar kiloliter/hari sebesar ± 24 , dan SPBU Aia Pacah sebesar ± 21 kiloliter/hari.

Dari hasil pada penelitian yang dilakukan memiliki risiko yang memiliki nilai terbesar berada pada SPBU Aia Pacah dengan terdapat output bahan bakar kiloliter/hari ± 60 dengan pengunjung rata-rata/1 jam yaitu sebanyak 548 kendaraan/jam. Hasil pengukuran SO_2 SPBU Aia Pacah kecil sebesar $4,18 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

c. Lama Kegiatan

Hasil pengamatan yang dilakukan di 4 SPBU, yaitu SPBU Pitameh, Coco Mata Air, Marapalam dan Aia Pacah memiliki waktu kerja selama 8 jam/hari bergantian per shift.

d. Bahaya Fisik

Hasil penelitian menunjukkan beberapa jenis bahaya fisik di lingkungan kerja, seperti kebakaran dan ledakan akibat kerja serta paparan gas buang kendaraan yang menghasilkan SO_2 . Untuk mengurangi dampak bahaya fisik tersebut, pengelola kegiatan telah melakukan perubahan di lokasi dengan memasang rambu-rambu K3

sebagai pengingat, seperti larangan merokok, menyalakan api, dan menggunakan telepon seluler. Langkah-langkah ini diambil untuk mencegah risiko kebakaran dan ledakan.

Upaya penanggulangan yang dilakukan untuk mengurangi dampak kegiatan pada pekerja meliputi penyediaan Alat Pelindung Diri (APD), yakni masker, penutup tangan, dan kacamata pelindung. Namun, masih ada pekerja yang tidak menggunakan APD sesuai. Pekerja juga menggunakan sepatu safety sebagai APD tambahan. Beberapa operator mengungkapkan bahwa mereka mengalami kesulitan bernafas saat menggunakan masker kain atau masker medis, sehingga mendorong mereka untuk tidak memakai masker saat bekerja.

e. Upaya Perubahan yang terjadi

Upaya yang dapat dilakukan mencakup pengendalian pada sumber kegiatan, seperti proses pengisian dan pengantrian bahan bakar. Sebaiknya, alat pelindung diri digunakan untuk mengurangi dampak dari kegiatan tersebut di lingkungan kerja. Penelitian Lestari (2020) menunjukkan bahwa pekerja SPBU saat menyelesaikan tugas pengisian bahan bakar tidak menggunakan masker sebagai alat pelindung diri dan tidak menjalani tindakan memeriksa kesehatan secara berkala²⁵.

f. Rambu-rambu

Laporan mengenai pelaksanaan kegiatan pengendalian mutu

belum tersedia. Terdapat beberapa rambu-rambu bahaya di area SPBU, seperti larangan menggunakan atau menghidupkan telepon seluler, larangan menyalakan api, dan larangan merokok di area tersebut. Pemeriksaan laboratorium dan lingkungan kerja di SPBU sangat penting untuk memastikan bahwa lingkungan kerja aman dan sehat bagi pekerja, serta untuk memastikan keamanan, kesehatan, dan kenyamanan pekerja dan konsumen, sekaligus melindungi lingkungan sekitar dari pencemaran udara.

2. Kadar Gas SO₂ di Lingkungan Kerja SPBU Kota Padang

Berdasarkan hasil pengukuran telah dilakukan pada 4 titik sampling SPBU Coco Mata Air, Pitameh, Marapalam, dan Aia Pacah didapatkan hasil bahwa konsentrasi SO₂ tertinggi berada pada titik 1 yaitu pada SPBU Coco Mata Air dengan konsentrasi SO₂ sebesar 4,33 µg/m³. Konsentrasi terkecil pada titik SPBU Pitameh Lubeg yaitu sebesar 4,16 µg/m³. Konsentrasi pada kedua titik tersebut tidak melebihi nilai standar baku mutu kesehatan lingkungan pada Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 2 Tahun 2023 tentang kesehatan lingkungan dimana nilai baku mutu SO₂ sebesar 150 µg/m³.

Berdasarkan hasil pengukuran konsentrasi SO₂ di empat titik sampling, kadar gas SO₂ tertinggi ditemukan di SPBU Coco Mata Air. Di SPBU ini, jumlah kendaraan yang mengisi bahan bakar mencapai 615 kendaraan per jam, yang sebanding dengan tingkat konsentrasi gas SO₂ yang tinggi. Kondisi ini dapat meningkatkan risiko bagi pekerja yang

terlibat dalam proses pengisian dan pengantrian bahan bakar, karena mereka terpapar langsung dengan sumber bahaya tersebut.

Berdasarkan hasil pengukuran suhu, semua suhu masih berada di bawah ambang batas, dengan suhu tertinggi tercatat di lokasi SPBU Pitameh. Penelitian menunjukkan bahwa semua faktor meteorologi memiliki korelasi negatif atau berbanding terbalik dengan kadar gas SO₂. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa polutan akan menyebar ke segala arah seiring dengan kecepatan angin yang meningkat, sehingga polutan tidak terpusat pada satu titik²⁶.

Searah dengan penelitian yang dilakukan oleh Riska (2019) mengenai analisis risiko kesehatan lingkungan terkait konsentrasi Sulfur Dioksida (SO₂) di Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) Kota Padang akibat aktivitas transportasi, ditemukan bahwa kadar gas SO₂ berhubungan langsung dengan jumlah kendaraan. Artinya, semakin banyak kendaraan, semakin tinggi konsentrasi gas SO₂. Namun, analisis risiko kesehatan lingkungan menunjukkan bahwa operator SPBU tidak berisiko mengalami penyakit akibat paparan gas SO₂¹⁶.

3. Gejala Gangguan Saluran Pernafasan

Berdasarkan hasil penelitian, sebanyak 13 orang pekerja (51,9%) mengalami gejala gangguan saluran pernapasan. Gejala yang paling sering dialami adalah batuk dan produksi dahak. Temuan ini sejalan dengan penelitian Ani Masito (2018), yang juga menunjukkan bahwa lebih dari 50% responden mengalami gangguan pernapasan (68,4%). Mayoritas

responden berusia antara 46-55 tahun (31,6%), telah tinggal lebih dari 20 tahun (47,4%), bukan perokok (47,4%), dan memiliki Indeks Massa Tubuh normal (36,8%)².

Faktor yang mendasari timbulnya gejala gangguan pernafasan :

a. Batuk

Batuk adalah mekanisme refleksi yang krusial untuk menjaga saluran napas tetap terbuka dengan cara mengeluarkan lendir yang menumpuk. Selain lendir, batuk juga berfungsi untuk mengeluarkan gumpalan darah dan benda asing dari jalan napas.²⁷ Gejala batuk akibat iritasi partikulat terjadi ketika rangsangan mempengaruhi beberapa organ sensitif dari saluran pernapasan, seperti trakeobronkial, sehingga menghasilkan sekresi berlebih dalam saluran pernapasan²⁸.

Batuk adalah gejala umum yang sering muncul pada infeksi saluran pernapasan. Jika batuk berlangsung lebih dari tiga minggu, disarankan untuk melakukan pemeriksaan foto toraks guna mengevaluasi kemungkinan adanya tuberkulosis, karsinoma bronkus, atau penyakit paru lainnya²⁷

b. Dahak

Dalam kondisi normal, sistem pernapasan orang dewasa menghasilkan sekitar 100 mL lendir per hari yang biasanya tertelan. Namun, jika produksi lendir berlebihan, pengeluarannya menjadi tidak efektif, sehingga lendir menumpuk dan membentuk dahak atau sputum. Peningkatan produksi dahak dapat disebabkan oleh perangsangan di

membran mukosa secara fisik, kimiawi, atau infeksi. Dahak juga memiliki berbagai konsistensi, mulai dari encer (watery) hingga kental atau lengket.

Untuk menjelaskan dahak, perlu menyebutkan jumlah produksinya selama 24 jam, tekstur, dan warnanya. Dahak yang warna hitam mungkin dapat menyebabkan akibat dari polusi udara, dahak kuning dapat menunjukkan infeksi bakteri, sementara dahak hijau mengindikasikan kemungkinan bronkiektasis²⁷.

c. *Dispnea* atau Sesak nafas

Dispnea, yang juga dikenal sebagai sesak napas atau napas pendek, adalah gejala subjektif yang menggambarkan kebutuhan penderita untuk berusaha lebih keras dalam mendapatkan udara. Sesak napas biasanya disebabkan oleh aliran udara yang terhambat dalam saluran pernapasan, baik karena penyempitan, edema, atau sekret yang mencegah aliran udara. Penilaian dispnea juga dilakukan untuk menghitung frekuensi pernapasan berarti satu menit²⁸.

Penyakit pernapasan yang dialami pekerja adalah bentuk reaksi pertahanan tubuh untuk membersihkan polutan yang masuk. Gejala yang muncul sering kali adalah tanda awal terjadi penyakit di saluran pernapasan. Jika paparan berlangsung lama, keluhan tersebut bisa berkembang menjadi kondisi yang lebih serius. Dalam kasus ekstrem, keluhan ini dapat menyebabkan kegagalan pernapasan dan bahkan berujung pada kematian²⁹.

Berdasarkan hasil penelitian sebanyak 63,0% pekerja memiliki kebiasaan merokok. Dari 27 pekerja laki-laki sebanyak 17 pekerja yang memiliki kebiasaan merokok. Gejala Gangguan pernafasan atau fungsi paru dari karyawan mempengaruhi beberapa faktor.

4. Analisis Paparan

1. Karakteristik Antropometri dan Pola Aktivitas

Karakteristik antropometri dan pola aktivitas yang diukur dalam penelitian ini mencakup berat badan, yang merupakan variabel penting dalam antropometri. Berat badan sangat dipengaruhi oleh dosis aktual suatu tingkat risiko dapat diterima masyarakat. Bertambah berat badan seseorang, bertambah kecil dosis internal yang juga diterima.

Berdasarkan hasil penelitian, terdapat hubungan terbalik antara berat badan dan besarnya intake paparan yang diterima tubuh. Semakin kecil berat badan seseorang, semakin besar paparan yang diterimanya. Penelitian menunjukkan bahwa responden dengan berat badan lebih besar menghadapi risiko yang lebih rendah, sementara semakin rendah berat badan, semakin tinggi perhitungan intake-nya. Pada sistem pernafasan, individu dengan berat badan lebih besar mengalami beban yang lebih berat, dan kapasitas paru-paru relatif lebih kecil dibandingkan dengan individu yang memiliki berat badan lebih ringan³⁰.

2. Perhitungan Nilai *Intake*

Nilai asupan (*Intake*) pajanan gas SO₂ di udara lingkungan kerja dihitung berdasarkan pajanan *lifetime* dan *realtime*. *Intake lifetime* menggambarkan estimasi besar pajanan yang diterima oleh individu per kilogram berat badan per hari berdasarkan faktor aktivitas rata-rata responden dan durasi pajanan *lifetime* (proyeksi 10, 20 dan 30 tahun), Sedangkan *intake realtime* menggambarkan besar pajanan yang telah diterima oleh individu dari sejak mula bekerja hingga waktu penelitian. Perhitungan ini menggunakan durasi pajanan berdasarkan lama seseorang telah bekerja di tempat penelitian.

Berdasarkan hasil penentuan analisis pajanan yang dilakukan dengan memasukkan nilai-nilai karakteristik antropometri dan pola aktivitas ke dalam *intake*, didapatkan nilai *intake realtime* dan *intake lifetime* tertinggi pada tahapan proses pengisian dan pengantrian bahan bakar oleh pekerja operator, dimana *intake realtime* tertinggi pada pekerja WH yaitu 0,010873955 mg/kg.hari dan *intake lifetime* proyeksi 10, 20 dan 30 tahun tertinggi pada pekerja LI yaitu 0,000227559 mg/kg.hari, 0,000455118 mg/kg.hari dan 0,000682677 mg/kg.hari.

Besarnya nilai *intake* berbanding lurus dengan nilai konsentrasi bahan kimia, laju asupan, frekuensi pajanan dan durasi pajanan, yang artinya semakin besar nilai tersebut maka akan semakin besar asupan seseorang. Sedangkan asupan berbanding terbalik dengan nilai berat

badan dan periode waktu rata-rata, yaitu semakin besar berat badan maka akan semakin kecil risiko kesehatan³¹.

5. Karakterisasi Risiko

Karakterisasi risiko didapat dengan membagi nilai *intake* dengan nilai RfC. Nilai RfC penelitian ini didapat dengan menggunakan rumus *intake* dengan nilai konsentrasi diambil sesuai dengan baku mutu SO₂ menurut Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999 yang menyatakan bahwa konsentrasi *Sulfur Dioksida* (SO₂) yang memenuhi syarat adalah tidak melebihi dari 365 µg/m³ (0,365 mg/m³). Dengan melihat nilai RfC pada EPA sebesar 0,026 mg/kg/hari.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pekerja yang berada di lokasi kegiatan pengisian dan pengantrian bahan bakar memiliki nilai RQ yang lebih besar dibandingkan dengan pekerja yang berada pada lokasi di dalam ruangan seperti pekerja pengelola ataupun pengawas (tabel 4.8). Hal ini juga terjadi karena pekerja yang berada di lokasi kegiatan pengisian dan pengantrian memiliki nilai *intake* yang lebih besar dibandingkan pekerja yang berada di lokasi kegiatan dalam ruangan. Hal ini searah pada yang dilakukan oleh Indriyanti,dkk (2017), dinyatakan bahwa besarnya rata-rata nilai RQ *realtime* maupun *lifetime* mempengaruhi perhitungan sebelumnya yaitu perhitungan asupan. Nilai *Intake* berbanding lurus dengan nilai RQ maka apabila *intake* bernilai tinggi maka RQ akan bernilai tinggi pula³².

Berdasarkan hasil perhitungan karakterisasi risiko (RQ) yang telah dilakukan, didapatkan bahwa rata-rata RQ *realtime* tertinggi yaitu

0,41822904 mg/kg.hari dan RQ *lifetime* proyeksi 10, 20 dan 30 tahun sebesar 0,00875227 mg/kg.hari, 0,01750454 mg/kg.hari dan 0,026256804 mg/kg/hari. Dari hasil tersebut dapat terlihat bahwa semakin lama proyeksi tahun maka nilai risiko akan semakin besar. Besarnya karakteristik risiko pada 27 pekerja ($RQ < 1$) yang menunjukkan bahwa tingkat risiko aman bagi pekerja operator di 4 SPBU Kota Padang.

Dilihat berdasarkan karakteristik umur pekerja, pekerja dengan umur maksimum yaitu 56 tahun dengan durasi pajanan maksimum selama 20 tahun memiliki nilai risiko masa kerja *realtime* yakni sebesar 0,418 mg/kg.hari dan masa kerja *lifetime* proyeksi 10,20 dan 30 tahun yaitu 0,0063 mg/kg.hari, 0,0126 mg/kg.hari, dan sebesar 0,019 mg/kg.hari. Nilai risiko tersebut masih rendah jika dibandingkan dengan pekerja dengan umur yang lebih rendah dan berada pada proses pengisian dan pengantrian bahan bakar yang memiliki konsentrasi SO_2 tertinggi. Hal ini dikarenakan pekerja dengan umur maksimum tersebut berada pada tahapan proses pengisian dan pengantrian bahan bakar yang memiliki konsentrasi SO_2 terendah dan berat badan yang masih diatas rata-rata.

Dilihat berdasarkan berat badan pekerja, pekerja dengan berat badan tertinggi yaitu 65,00 kg dengan durasi pajanan minimum selama 12 tahun memiliki nilai risiko masa kerja *realtime* sebesar 0,167 mg/kg.hari dan masa kerja *lifetime* proyeksi 10,20 dan 30 tahun yaitu sebesar 0,0046 mg/kg.hari, 0,0093 mg/kg.hari , dan sebesar 0,0139 mg/kg.hari. Nilai risiko tersebut lebih rendah jika dibandingkan dengan pekerja dengan berat badan terendah

dan berada pada tahapan proses pengisian dan pengantrian bahan bakar yang memiliki kadar gas SO₂ terendah. Hal ini dikarenakan pekerja dengan berat badan tertinggi tersebut berada pada tahapan proses pengisian dan pengantrian yang memiliki konsentrasi tertinggi, durasi pajanan terendah dan berat badan tertinggi.

Efek toksik juga mempengaruhi beberapa faktor, yakni sifat fisik dan aktivitas kimia toksikan masuk dalam tubuh, dosis serta hubungan dosis-waktu, rute pajanan toksikan ke tubuh, spesies, umur, jenis kelamin, dimudahkan toksikan diabsorpsi tubuh, kemampuan metabolisme tubuh, distribusi toksikan dalam tubuh, proses ekskresi, kondisi kesehatan atau riwayat kesehatan, status gizi, dan adanya bahan kimia lain masuk dalam tubuh³³. Oleh karena itu, untuk mengurangi risiko pada pekerja, dapat dilakukan upaya seperti peningkatan status gizi, penguatan sistem kekebalan tubuh, dan penggunaan alat pelindung diri (APD) selama bekerja.

Besarnya karakterisasi risiko pada pekerja menunjukkan tingkat risiko tidak aman bagi pekerja, maka dapat dilakukan pengelolaan risiko. Cara pengelolaan risiko dapat dilakukan dengan pendekatan teknologi, pendekatan sosial-ekonomi dan pendekatan institusional :

1. Pendekatan teknologi

Pendekatan teknologi yang dapat dilakukan yaitu dengan menggunakan biofiltrasi yaitu dengan menguraikan kadar gas SO₂ yang digunakan dalam pengolahan udara buang yang mengandung senyawa sulfur. Kemudian dengan teknologi adsorpsi dapat digunakan untuk

menyerap kadar gas SO₂ dari udara. Karbon aktif memiliki permukaan yang luas dan porositas tinggi, yang membuatnya efektif dalam menangkap gas di udara.

2. Pendekatan sosial-ekonomi

Pendekatan sosial-ekonomi yang dapat dilakukan yaitu sosialisasi mengenai pentingnya penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) seperti masker respirator saat bekerja, serta dampak yang akan ditimbulkan jika pekerja tidak menggunakan APD saat bekerja dan penambahan rambu-rambu bahaya. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan pekerja tentang potensi bahaya yang ada di lingkungan kerjanya, sehingga pekerja dapat melakukan upaya pencegahan penyakit akibat kerja dengan menggunakan APD berupa masker respirator.

3. Pendekatan institusional

Pendekatan institusional yang dapat dilakukan yaitu mengurangi konsentrasi serta mengurangi waktu dan frekuensi pajanan dengan melakukan pengkajian, penelitian dan pemantauan rutin kadar gas SO₂ oleh Puskesmas dan Dinas terkait.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di empat SPBU Kota Padang Tahun 2024, dapat disimpulkan:

1. Identifikasi bahaya yang ditemukan adanya debu yang dihasilkan oleh kendaraan yang menunggu di antrean pengisian bahan bakar, maupun kendaraan yang meninggalkan setelah pengisian bahan bakar, masih ada pekerja yang tidak menggunakan APD, Adanya bahaya fisik berupa terjadinya ledakan dan terbakar akibat dari bahan bakar dan belum adanya pelaksanaan kegiatan pengendalian mutu.
2. Konsentrasi *Sulfur Dioksida* (SO_2) pada empat sampling pengukuran memenuhi nilai standar baku mutu menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 2 tahun 2023 yaitu pada empat titik sampling di SPBU Coco Mata Air sebesar $4,33 \mu\text{g}/\text{m}^3$, SPBU Marapalam sebesar $4,21 \mu\text{g}/\text{m}^3$, SPBU Aia Pacah sebesar $4,18 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dan SPBU Pitameh sebesar $4,16 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
3. Gejala gangguan saluran pernafasan pada pekerja di 4 SPBU Kota Padang yaitu sebesar 51,9 % pekerja mengalami gangguan saluran pernafasan.
4. Analisis pajanan dari nilai asupan *realtime* yang tertinggi pada proses pengantrian dan pengisian bahan bakar di SPBU Aia Pacah yaitu $0,010873955 \text{ mg}/\text{kg}.\text{hari}$. Nilai asupan tertinggi pada *lifetime* proyeksi 10,20 dan 30 tahun di SPBU Coco Mata Air sebesar yaitu $0,000227559 \text{ mg}/\text{kg}.\text{hari}$, $0,000455118 \text{ mg}/\text{kg}.\text{hari}$ dan $0,000682677 \text{ mg}/\text{kg}.\text{hari}$.

5. Karakterisasi risiko didapatkan semua pekerja baik yang bekerja pada bagian pengisian, pengantrian, maupun pengelola memiliki risiko ($RQ < 1$) pada masa kerja *realtime* maupun *lifetime* proyeksi 10, 20 dan 30 tahun.

B. Saran

1. Bagi Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum
 - a. Sebaiknya pihak SPBU memberikan sosialisasi pentingnya penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) yang lengkap bagi operator dan menambah rambu-rambu bahaya di tempat Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum.
 - b. Sebaiknya pihak SPBU dapat menanam pohon pelindung untuk mengurangi polusi udara akibat dari aktivitas kendaraan.

2. Bagi Pekerja

Sebaiknya pekerja dapat peduli dengan kesehatan diri dari bahaya paparan SO_2 di lingkungan kerja dapat menggunakan Alat Pelindung Diri seperti masker.

DAFTAR PUSTAKA

1. Dinas Perhubungan, 2014. Transportasi dan Bagian-bagiannya, Dinas Perhubungan. <https://dishub.bulelengkab.go.id/informasi/detail/artikel/transportasi-dan-bagian-bagiannya-77> (2014).
2. Masito, A. Risk Assessment Ambient Air Quality (NO₂ And SO₂) and The Respiratory Disorders to Communities in the Kalianak Area of Surabaya. *J. Kesehat. Lingkungan*. 10, 394 (2018).
3. Simandjuntak, A. G. Pencemaran Udara. *Bul. Limbah* 11, 242103 (2017).
4. Ismiyati, Marlita, D. & Saidah, D. Pencemaran Udara Akibat Emisi Gas Buang. *J. Manajeen Transp. Logistik* 1, 241–248 (2014).
5. Ganggut, M. C. N., Manafe, D. R. T. M. & Sasputra, I. N. Hubungan Lama Paparan Debu Asap Kendaraan Bermotor Dengan Kapasitas Vital Paru Pada Operator SPBU Kota Kupang. *Cendana Med. J.* 15, 390–394 (2018).
6. Lutfi Putrakoranto. Analisis Sulfur Dioksida (SO₂) Pada Udara Ambien dan Risiko Terhadap Masyarakat Di kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. (2020).
7. kiswandono, agung abadi and hardoko. Kajian Indeks Pencemar Udara NO₂ dan SO₂ di provinsi lampung. (2020).
8. Djafri, D. (2014). Prinsip dan Metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Andalas*. Vol. 8 (2), 99-103.
9. Achmadi, U. f. Manajemen penyakit berbasis wilayah.pdf. at (2012).
10. Dirjen P2PL. *Pedoman Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (Guidance on Environmental Health Risk Analysis)*. (2012).
11. Badan pusat statistik. Perkembangan Jumlah Kendaraan Menurut BPS Indonesia. 2020
<https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NTcjMg==/perkembangan-jumlah-kendaraan-bermotor-menurut-jenis--unit-.html>
12. Badan Statistik Kota Padang, 2021.
<https://padangkota.bps.go.id/indicator/161/350/1/jumlah-penduduk.html>.
13. Triyadi, D., Nurjazuli, N., and Dangiran, H. L. Analisis Risiko Kesehatan Akibat Paparan Benzene Melalui Inhalasi Pada Petugas Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) di Sekitar Kawasan Universitas Diponegoro Semarang. *J. Kesehat. Masy.* 4, 907–916 (2016).
14. Almunjiat, E., Sabilu, Y. & Ainurrafiq, A. Analisis Risiko Kesehatan Akibat Paparan Timbal (Pb) Melalui Jalur Inhalasi pada Operator Di Stasiun

Pengisian Bahan Bakar Umum (Spbu) Di Kota Kendari Tahun 2016 (Studi Di Spbu Tipulu, Wua-Wua, Anduonohu Dan Spbu Lepo-Lepo). *J. Ilm. Mhs. Kesehat. Masy. Unsyiah* 1, 185158 (2018).

15. Eric Seger. Pemetaan SPBU di Kota Padang. *Anal. Nilai Moral Dalam Cerita Pendek Pada Maj. Bobo Ed. Januari Sampai Desember 2015* 24, 2016 (2016).
16. Jihan, R. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Akibat Paparan Gas Sulfur Dioksida (SO₂) Terhadap Operator Stasiun Pengisian Bahan Bakar (2019).
17. Maharini, G. A. K. S. Studi Reduksi Sulfur Dioksida (SO₂) Udara Ambien oleh Ruang Terbuka (RTH) untuk Wilayah Permukiman dan Transportasi di Kota Surabaya. *Inst. Teknol. Sepuluh Nop.* 135 (2017).
18. Environmental Protection Agency Our Nation's Air. (2017).
19. Kementerian Kesehatan. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023. *Kemenkes Republik Indones.* 151, Hal 10-17 (2023).
20. Nandy. Sistem Pernapasan Manusia. (2021).
21. Harlan, J. Sistem Pernapasan : Pengantar Biopsikologi. *Univ. Gunadarma* (2019).
22. Zuriati, Suriya, M. & Ananda, Y. Buku Ajar Asuhan keperawatan medikal bedah Gangguan Pada Sistem Respirasi. *Gangguan Pada Sist. Respirasi Apl. Nanda NIC NOC* 95–114 (2017).
23. Muziansyah D., Sulistyorini R., S. S. Model emisi gas buangan kendaraan bermotor akibat aktivitas transportas. (2015).
24. Kusuma Laksana. Rancang Bangun Alat Pendeteksi Gas Beracun (So 2) Pada Area Aktivitas Gunung Berapi. 1–118 (2018).
25. Lestari, S., Kadir, A. & Qomariyah, E. Pengaruh Kesehatan Dan Keselamatan Kerja (K3) Terhadap Produktivitas Kerja Karyawan Pada Spbu Hj. Nurmiati Puuwatu. *Bus. UHO J. Adm. Bisnis* 5, 440 (2020).
26. B. Tjasyono. Meteorologi Terapan. in (2018).
27. Djojodibroto, D. *Respirologi (Respiratory Medicine)*. (Penerbit Buku Kedokteran EGC, 2014).
28. Nurlela, L. & Harfika, M. Buku Ajar Belimbing Wuluh Untuk Meringankan ISPA. in (2019).
29. Putri, G. L. Kadar hidrogen sulfida dan keluhan pernapasan pada petugas di pengolahan sampah super depo sutorejo surabaya. *J. Kesehat. Lingkung.* 10, 211–219 (2018).

30. Hursinnah Shofi, dkk. Penilaian risiko kesehatan lingkungan terhadap sulfur dioksida (SO₂) pada pekerja di sekitar pembangkit listrik siklus gabungan (CCPP). (2022).
31. Erdinur, E., Muslim, B. & Zicof, E. Risiko Paparan Bahan Pencemar Terhadap Pekerja Pengecatan Mobil Di Pt.Steelindo Motor Kota Padang. *J. Sehat Mandiri* 16, 105–114 (2021).
32. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Debu Kayu Pada Pekerja Di Industri Mebel Cv. Citra Jepara Kabupaten Semarang. No Title. *Indriyani, D., Darundiati, Y. Dewanti, N* 5, (2017).
33. Kurniawidjaja, L. M., Lestari, F., Tejamaya, M. & Ramdhan, D. H. *Konsep Dasar Toksikologi Industri*. (2021).

LAMPIRAN

Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Gangguan Pernafasan Akibat Paparan SO2 terhadap Operator SPBU kota Padang tahun 2024

ORIGINALITY REPORT

19%

SIMILARITY INDEX

24%

INTERNET SOURCES

10%

PUBLICATIONS

12%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Universitas Andalas Student Paper	1%
2	repository.unhas.ac.id Internet Source	1%
3	journal.poltekkes-mks.ac.id Internet Source	1%
4	repository.unja.ac.id Internet Source	1%
5	docplayer.info Internet Source	1%
6	123dok.com Internet Source	1%
7	Dhinie Anjelicha, Muchsin Riviwanto, Wijyantono Wijyantono. "Analisis Risiko Penyakit Paru Obstruksi Kronis Akibat Paparan Debu Pm2.5 pada Pekerja Mebel Kayu CV Mekar Baru Kota Padang", Jurnal Sehat Mandiri, 2022	1%