



**ANALISIS KAUSALITAS KONSENTRASI PM_{2,5} TERHADAP
PNEUMONIA PADA BALITA DI AREA PERTAMBANGAN
EMAS KELURAHAN POBOYA, KOTA PALU**

SKRIPSI

*Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Kesehatan Masyarakat (S.KM)*

**NUR AULIA SALSABILLAH
P10119040**

**DEPARTEMEN BIostatistik/KB DAN KEPENDUDUKAN
PROGRAM STUDI KESEHATAN MASYARAKAT
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS TADULAKO
2025**



**ANALISIS KAUSALITAS KONSENTRASI PM_{2,5} TERHADAP
PNEUMONIA PADA BALITA DI AREA PERTAMBANGAN
EMAS KELURAHAN POBOYA, KOTA PALU**

SKRIPSI

*Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Kesehatan Masyarakat (S.KM)*

**NUR AULIA SALSABILLAH
P10119040**

**DEPARTEMEN BIostatistik/KB DAN KEPENDUDUKAN
PROGRAM STUDI KESEHATAN MASYARAKAT
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS TADULAKO
2025**

PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI

Nama : Nur Aulia Salsabillah
NIM : P10119040
Judul : Analisis Kausalitas Konsentrasi PM_{2,5} Terhadap *Pneumonia* Pada Balita Di Area Pertambangan Emas Kelurahan Poboya, Kota Palu.

Skripsi ini telah kami setujui untuk selanjutnya melakukan ujian skripsi sebagai salah satu syarat dalam menempuh ujian akhir pada Fakultas Kesehatan Masyarakat.

Palu, 12 September 2025

Mengetahui
Program Studi Kesehatan Masyarakat
Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Tadulako
Koordinator



(Nurhaya S. Patui, S.KM., M.PH)
NIP. 198810122024062002

Pembimbing

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Nurhaya S. Patui', written over the name and NIP of the supervisor.

(Nurhaya S. Patui, S.KM., M.PH)
NIP. 198810122024062002

PENGESAHAN TIM PENGUJI

Nama : Nur Aulia Salsabillah
NIM : P10119040
Program Studi : Kesehatan Masyarakat
Judul : Analisis Kausalitas Konsentrasi PM_{2.5} Terhadap
Pneumonia Pada Balita Di Area Pertambangan
Emas Kelurahan Poboya, Kota Palu.

Skripsi ini telah dipertahankan dihadapan tim penguji Fakultas Kesehatan Masyarakat pada tanggal 30 Oktober 2025

TIM PENGUJI

Ketua : Nurhaya S.Patui, S.KM., MPH (.....)

Anggota : Kiki Sanjaya, S.KM., M.KL (.....)

Muhammad Sabri Syahrir, S.KM., M.Kes (.....)

Mengetahui
Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Tadulako
Dekan



Prof. Dr. Rosmala Nur, S.KM., M.Si

NIP. 19720701195122001

PERNYATAAN SKRIPSI

Nama : Nur Aulia Salsabillah
NIM : P10119040
Judul : Analisis Kausalitas Konsentrasi $PM_{2.5}$ Terhadap *Pneumonia* Pada Balita Di Area Pertambangan Emas Kelurahan Poboya, Kota Palu.

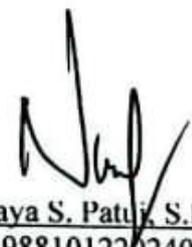
Skripsi ini telah dipertahankan pada ujian skripsi pada tanggal 24 September 2025 dan disetujui untuk diperbanyak sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat (S.KM) pada Fakultas Kesehatan Masyarakat.

Palu, 24 September 2025

Mengetahui
Program Studi Kesehatan Masyarakat
Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Tadulako
Koordinator


(Nurhaya S. Patuji, S.KM., M.PH)
NIP. 198810122024062002

Pembimbing


(Nurhaya S. Patuji, S.KM., M.PH)
NIP. 198810122024062002

PERNYATAAN TIDAK MELAKUKAN PLAGIAT

Yang bertanggung jawab di bawah ini:

Nama : Nur Aulia Salsabillah

Stambuk : P 101 19 040

Program Studi : S1-Kesehatan Masyarakat

Judul : Analisis Kausalitas Konsentrasi $PM_{2,5}$ Terhadap *Pneumonia* Pada Balita Di Area Pertambangan Emas Kelurahan Poboya, Kota Palu.

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penelitian ini bebas dari segala bentuk plagiat. Apabila dikemudian hari terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Palu, 13 September 2025



Nur Aulia Salsabillah

NIM : P101 19 040

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh. Alhamdulillah, segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT Tuhan alam semesta atas segala limpahan rahmat, hidayah, kasih sayang, dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan hasil penelitian ini yang berjudul “Analisis Kausalitas Konsentrasi PM_{2,5} Terhadap *Pneumonia* Pada Balita Di Area Pertambangan Emas Poboya, Kota Palu” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada program studi Kesehatan Masyarakat di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Tadulako. Pada kesempatan ini tidak lupa pula shalawat serta salam penulis ucapkan kepada baginda Rasulullah Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan sahabatnya.

Pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih pada kedua orangtua ayahanda Bapak. Ali Maksun dan Ibunda Yayuk Indrawati S.Pd yang telah mendoakan dan memberikan semangat kepada penulis, kepada kedua wali penulis Bapak. Prof. Dr. Ir Saiful Darman., MP dan Ibu Sulistiawati, S.H., M.Si yang telah mendoakan, membesarkan, merawat, menjaga, memberikan kasih sayangnya yang tidak terhingga kepada penulis, dan juga kepada ketiga kakak penulis Rezi Amelia, S.P., M.Sc., Ayu Arini, S.P., M.Si, dan Adnan Khaliq, S.P.,M.Si yang selalu mendukung, memberi dorongan, serta kasih sayangnya kepada penulis.

Dalam penyusunan hasil penelitian ini penulis sadar memiliki keterbatasan ilmu pengetahuan dalam bidang Kesehatan Masyarakat, khususnya dalam penyusunan hasil penelitian ini. Namun hal tersebut dapat teratasi berkat bimbingan dari Dosen Pembimbing yang tidak pernah bosan dan sabar dalam membimbing dan mengajari penulis hingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan sebaik-baiknya. Maka dari itu penulis berterima kasih kepada ibu Nurhaya S. Patui, S.KM., M.PH selaku pembimbing dalam memberikan arahan, masukan, motivasi, dan telah meluangkan waktu dalam membimbing penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tulisan ini.

Dengan terwujudnya tulisan ini tidak terlepas dari partisipasi berbagai pihak, sehingga tidak lupa pula penulis hanturkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Amar, ST., MT, Rektor Universitas Tadulako.
2. Ibu Prof. Dr. Rosmala Nur, S.KM., M.Si, Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat.
3. Bapak Prof. Dr. Achmad Ramadhan, M.Kes Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Kesehatan Masyarakat.
4. Bapak Dr. Drs. I Made Tangkas, M.Kes, Wakil Dekan Bidang Umum dan Keuangan Fakultas Kesehatan Masyarakat.
5. Bapak Dr. Muh. Jusman Rau, S.KM., M.Kes, Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan Fakultas Kesehatan Masyarakat.
6. Ibu Dr. Lusia Salmawati, S.KM., M.Sc sebagai dosen wali, terima kasih atas segala bimbingan yang telah diberikan kepada penulis.
7. Ibu Nurhaya S. Patui, S.KM., M.PH, Koordinator Program Studi Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat sekaligus dosen pembimbing penulis mengucapkan terima kasih atas segala bimbingan, ilmu, kritik, saran dan motivasi yang telah diberikan kepada penulis selama menjadi mahasiswa.
8. Ibu Kiki Sanjaya, S.KM., M.KL, sebagai dosen penguji I, terima kasih atas segala ilmu, motivasi, kritik maupun saran yang bermanfaat bagi perbaikan penulisan hasil penelitian ini.
9. Bapak Muhammad Sabri Syahrir S.KM., M.Kes, sebagai dosen penguji II, terima kasih atas segala ilmu, motivasi, kritik maupun saran yang bermanfaat

bagi perbaikan penulisan hasil penelitian ini.

10. Seluruh Dosen Pengajar Program Studi Kesehatan Masyarakat khususnya Peminatan Biostatistik, KB dan Kependudukan yang telah memberikan ilmu, motivasi dan pengalaman kepada penulis selama menempuh pendidikan dibangku kuliah dan seluruh Staf Administrasi yang telah bersedia membagikan ilmu pengetahuannya selama dibangku kuliah,serta telah membantu segala pengurusan administrasi penulis selama studi.
11. Kepala Kelurahan Poboya, Staf Administrasi, Petugas Puskesmas Kawatuna dan Poboya, dan seluruh jajarannya, terima kasih telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian di Kelurahan Poboya.
12. Perawat dan Bidan Posyandu Poboya yang telah memberikan kesempatan kepada penulis dalam melakukan wawancara penelitian.
13. Teman-teman Grup Cewe Bumi (Rahma, Fadhillah, Ama, Nadila, Mifta, Fira), Teman-teman N4ma Lucky (Muti, Nurul, Niluh, Fifi) terima kasih untuk kebersamaan, kekeluargaan dan dukungan yang telah diberikan dalam penyusunan tugas akhir penulis.
14. Kepada Rahmayanti A Gani, terima kasih banyak atas segala waktu, dukungan tenaga yang tak terhingga, semangat dan doa yang telah diberikan, selalu menjadi garda terdepan untuk membantu dan mendengarkan kisah penulis sampai saat ini.
15. Kepada Nurahmawati, terima kasih atas segala waktu, dukungan tenaga yang luar biasa, memberikan semangat dan doa kepada penulis serta selalu menjadi garda terdepan untuk membantu penulis serta menjadi penanggung jawab di

setiap seminar penulis.

16. Kepada Fadhilah Magfira terima kasih atas segala waktu, dukungan tenaga yang luar biasa, semangat dan doa yang telah diberikan kepada penulis serta selalu menjadi garda terdepan untuk membantu penulis.
17. Terima kasih kepada seluruh pihak yang telah berjasa yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, atas segala bantuan, doa, motivasi serta berbagai dukungan moral dan materil yang tulus diberikan untuk penulis selama menjalani studi di Fakultas Kesehatan Masyarakat, Semoga Allah SWT memberikan balasan yang lebih baik kelak, Aamiin.

Dalam penyusunan hasil penelitian ini, tentu saja penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan serta kekeliruan. Semua ini penulis sadari sebagai salah satu keterbatasan kemampuan penulis, olehnya penulis harapkan saran dan kritik yang konstruktif. Akhir kata semoga hasil penelitian ini bermanfaat bagi penulis, pembaca dan kemajuan ilmu pengetahuan. *Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.*

Palu, 13 September 2025



NUR AULIA SALSABILLAH

ABSTRAK

NUR AULIA SALSABILLAH. Analisis Kausalitas Konsentrasi PM_{2,5} Terhadap *Pneumonia* Pada Balita Di Area Pertambangan Emas Kelurahan Poboya, Kota Palu.. (di bawah bimbingan Nurhaya S. Patui)

Peminatan Biostatistik/KB Dan Kependudukan
Program Studi Kesehatan Masyarakat
Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Tadulako

Pneumonia merupakan penyakit pernapasan akut yang disebabkan oleh *agent* yang salah satunya berasal dari hasil pajanan PM_{2,5}. Diperkirakan sekitar 1,2 juta anak di bawah usia 5 tahun (balita) meninggal karena *pneumonia* setiap tahunnya. *Pneumonia* membunuh lebih dari 2 juta anak balita di negara berkembang. Persentasenya sebesar 19% yang mana berasal dari semua penyebab kematian balita, sehingga World Health Organization (WHO) menjulukinya menjadi “*The Leading Killer of Children Worldwide*”. Penelitian ini menilai kausalitas PM_{2,5} dengan *pneumonia* pada balita di area pertambangan emas Kelurahan Poboya, Kota Palu. Sampel penelitian ini sebanyak 128 dari 189 populasi balita di Puskesmas Kawatuna khusus Kelurahan Poboya yang dipilih dengan rumus slovin (*error* 5%). Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif cross sectional, uji chi-square dan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL), PM_{2,5} diukur 24 jam selama lima hari di lima titik, data *pneumonia* dari laporan kesehatan. Hasil: semua responden memenuhi baku mutu dan uji *chi-square* menunjukkan ($p>0,05$) semua variabel tidak ada hubungan signifikan dengan *pneumonia*. Namun ARKL ($HQ>1$) menunjukkan ada potensi risiko paparan. Kesimpulannya: jarak pemukiman, suhu dan kelembaban luar ruangan tidak berhubungan signifikan dengan *pneumonia* pada balita. Sedangkan kondisi fisik rumah, suhu dan kelembaban dalam rumah yang tidak layak berkontribusi signifikan terhadap kejadian *pneumonia*. Pendekatan ARKL sangat penting dalam menilai faktor risiko, karena paparan PM_{2,5} tetap berpotensi menimbulkan risiko kesehatan jangka panjang pada balita.



Kata Kunci: ARKL, Balita, Pertambangan Emas, PM_{2,5}, *Pneumonia*

ABSTRACT

NUR AULIA SALSABILLAH. *Causal Analysis of PM_{2.5} Concentration on Pneumonia in Toddlers in the Gold Mining Area of Poboya Village, Palu City. (Under the supervision of Nurhaya S. Patui)*

*Major in Biostatistics/Population and Demography
Public Health Study Program
Faculty of Public Health
Tadulako University*

Pneumonia is an acute respiratory disease caused by agents, one of which is derived from PM_{2.5} exposure. It is estimated that around 1.2 million children under the age of 5 die from pneumonia each year. Pneumonia kills more than 2 million children in developing countries, accounting for 19% of all causes of child mortality, which is why the World Health Organization (WHO) labels it "The Leading Killer of Children Worldwide". This study assesses the causality between PM_{2.5} and pneumonia in toddlers in the gold mining area of Poboya Village, Palu City. The research sample consisted of 128 out of a population of 189 toddlers at the Kawatuna Health Center specifically for Poboya Village, selected using Slovin's formula (5% error margin). This quantitative cross-sectional study employed chi-square tests and Environmental Health Risk Analysis (EHRA). PM_{2.5} levels were measured over 24 hours for five days at five locations, with pneumonia data sourced from health reports. Results: all respondents met quality standards, and the chi-square test indicated ($p > 0.05$) that there was no significant relationship between the variables and pneumonia. However, the EHRA ($HQ > 1$) indicated potential exposure risk. In conclusion, the distance of settlements, outdoor temperature, and humidity were not significantly related to pneumonia in toddlers. In contrast, inadequate physical housing conditions, indoor temperature, and humidity significantly contributed to the incidence of pneumonia. The EHRA approach is crucial in assessing risk factors, as PM_{2.5} exposure continues to pose potential long-term health risks to toddlers.

Keywords: *EHRA, Toddlers, Gold Mining, PM_{2.5}, Pneumonia*



DAFTAR ISI

	HALAMAN
HALAMAN SAMPUL DALAM.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI	iii
HALAMAN PERNYATAAN SKRIPSI.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN TIDAK MELAKUKAN PLAGIAT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
HALAMAN DAFTAR ISI.....	xii
HALAMAN DAFTAR TABEL	xiv
HALAMAN DAFTAR GAMBAR.....	xvi
HALAMAN DAFTAR LAMPIRAN	xvii
DAFTAR SINGKATAN, ISTILAH DAN ARTI LAMBANG.....	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Tujuan Penelitian	5
1.3.1 Tujuan Umum.....	5
1.3.2 Tujuan Khusus.....	5
1.4. Manfaat Penelitian	6
1.4.1 Manfaat Teoritis	6
1.4.2 Manfaat Praktis.....	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
BAB 3 KERANGKA KONSEP	26
3.1. Dasar Pemikiran Variabel yang Diteliti	26
3.2. Alur Kerangka Konsep.....	27
3.3. Definisi Operasional dan Kriteria Obyektif	28

3.4. Hipotesis Penelitian	30
BAB 4 METODE PENELITIAN	31
4.1. Jenis Penelitian.....	31
4.2. Lokasi dan Waktu Penelitian	31
4.3. Populasi dan Sampel	33
4.3.1 Populasi	33
4.3.2 Sampel	33
a. Besar Sampel	33
b. Teknik Pengambilan Sampel (Teknik Sampling)..	34
4.4. Pengumpulan, Pengolahan dan Penyajian Data	34
4.4.1 Pengumpulan Data.....	34
a. Data Primer	34
b. Data Sekunder.....	34
4.4.2 Pengolahan Data	35
4.4.3 Penyajian Data.....	39
BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN	40
5.1. Hasil	40
5.2. Pembahasan.....	56
5.3. Kekuatan dan Keterbatasan Penelitian.....	67
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN	69
6.1. Kesimpulan	69
6.2. Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENELITI	

DAFTAR TABEL

	HALAMAN
Tabel 5.1 Distribusi Responden Berdasarkan Jenis Kelamin Pada Balita di Kelurahan Poboya, Kota Palu.....	42
Tabel 5.2 Distribusi Responden Berdasarkan Kelompok Umur Pada Balita di Kelurahan Poboya, Kota Palu.....	43
Tabel 5.3 Distribusi Responden Berdasarkan <i>pneumonia</i> (Batuk Berdahak, Pilek, Demam, Napas Cepat) Pada Balita di Kelurahan Poboya, Kota Palu	43
Tabel 5.4 Distribusi Rata-Rata Hasil Pengukuran Berdasarkan Paparan PM _{2,5} Pada Balita di Kelurahan Poboya, Kota Palu	44
Tabel 5.5 Distribusi Hasil Analisis Berdasarkan Paparan PM _{2,5} Pada Balita di Kelurahan Poboya, Kota Palu.....	45
Tabel 5.6 Distribusi Responden Berdasarkan Jarak Pemukiman Pada Balita di Kelurahan Poboya, Kota Palu.....	45
Tabel 5.7 Distribusi Rata-Rata Hasil Pengukuran Berdasarkan Suhu Pada Balita di Kelurahan Poboya, Kota Palu.....	47
Tabel 5.8 Distribusi Hasil Analisis Responden Berdasarkan Suhu Udara Pada Balita di Kelurahan Poboya, Kota Palu	47
Tabel 5.9 Distribusi Rata-Rata Hasil Pengukuran Berdasarkan Kelembaban Pada Balita di Kelurahan Poboya, Kota Palu..	48
Tabel 5.10 Distribusi Hasil Analisis Responden Berdasarkan Kelembaban Pada Balita di Kelurahan Poboya, Kota Palu..	49
Tabel 5.11 Hubungan Konsentrasi PM _{2,5} Terhadap Penyakit <i>Pneumonia</i> Pada Balita di Kelurahan Poboya, Kota Palu.....	49
Tabel 5.12 Hubungan Jarak Pemukiman Terhadap Penyakit <i>Pneumonia</i> Pada Balita di Kelurahan Poboya, Kota Palu.....	50

Tabel 5.13 Hubungan Suhu Terhadap Penyakit <i>Pneumonia</i> Pada Balita di Kelurahan Poboya, Kota Palu.....	51
Tabel 5.14 Hubungan Kelembaban Terhadap Penyakit <i>Pneumonia</i> Pada Balita di Kelurahan Poboya, Kota Palu.....	52

DAFTAR GAMBAR

	HALAMAN
Gambar 2.1 Baku Mutu Udara Ambien	13
Gambar 2.2 Peta Lokasi Pemukiman Di Area Pertambangan Emas Poboya, Kota Palu.	20
Gambar 2.3 Laju Inhalasi Manusia Berdasarkan Umur.....	24
Gambar 2.4 Kerangka Teori.....	25
Gambar 2.5 Kerangka Konsep	27
Gambar 4.1 Mawar Angin (Wind Rose) April-Juni Pada Lokasi Kegiatan	32

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Jadwal Penelitian
- Lampiran 2 Tabel Sintesa
- Lampiran 3 Surat Izin Penelitian
- Lampiran 4 Surat Selesai Penelitian
- Lampiran 5 Kuesioner Responden
- Lampiran 6 Master Tabel
- Lampiran 7 Hasil Analisis Univariat dan Bivariat
- Lampiran 8 Dokumentasi Penelitian

DAFTAR SINGKATAN, ISTILAH DAN ARTI LAMBANG

Simbol/Singkatan	Arti Simbol/Singkatan
%	Persen
<	Kurang Dari
>	Lebih Dari
±	Kurang Lebih
≤	Kurang Dari Sama Dengan
≥	Lebih Dari Sama Dengan
μg/m ³	mikrogram per meter kubik
μm	mikrometer
ARI	Acute Respiratory Infections
ARKL	Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan
ASI	Air Susu Ibu
CFC	klorofluorokarbon
CO	Karbon Monoksida
CO ₂	Karbon Dioksida
Dinkes	Dinas Kesehatan
EHRA	Environmental Health Risk Analysis
EPA	Environmental Protection Agency
HC	Hidrokarbon
HQ	Hazard Quotient
HVAS	High Volume Air Sampler
HVDS	High Volume Dust Sampler
IRIS	Integrated Risk Level Information System
Kemenkes	Kementerian Kesehatan
KMS	Kartu Menuju Sehat
LVAS	Low Volume Air Sampler
LVDS	Low Volume Dust Sampler
mm	Milimeter

MRL	Minimum Risk Level
NAAQS	National Ambient Air Quality Standards
NAB	Nilai Ambang Batas
NO ₂	Nitrogen Dioksida
Pb	Timbal
PHBS	Perilaku Hidup Bersih dan Sehat
PM	Particulate Matter
RD	Respiral Dust
RfC	Reference Concentration
RI	Republik Indonesia
Riskesdas	Riset Kesehatan Dasar
SO ₂	Sulfur Dioksida
SPM	Suspended Particulate Matter
TSP	Total Suspended Particulate
UMFR	Under Five Mortality Rate
WHO	World Health Organization

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencemaran udara merupakan peristiwa yang dapat terjadi di beberapa negara salah satunya di Indonesia. Hal tersebut dapat di akibatkan dari bencana alam dan aktivitas manusia itu sendiri. Pencemaran udara adalah masuknya suatu zat, energi atau komponen lain ke udara oleh aktivitas manusia dan alam, sehingga baku mutu udara menurun dan mempengaruhi kesehatan manusia. Pencemaran udara merupakan masalah bagi kesehatan lingkungan terutama di negara berkembang (Abidin et al., 2019).

Terjadinya pencemaran udara salah satunya akibat kegiatan pertambangan emas yang dilakukan di area pemukiman penduduk yang dilakukan di Kelurahan Poboya, Kota Palu. Proses pertambangan adalah tahapan kegiatan untuk menemukan bahan endapan atau mineral pada suatu lahan. Proses pertambangan tahapannya berupa penyelidikan umum (Prospeksi), eksplorasi, penambangan, pengolahan, pengangkutan, dan pemasaran. Proses pertambangan dapat berbeda-beda prosesnya, namun pada proses pertambangan yang diteliti oleh peneliti yaitu pertambangan emas. Proses pertambangan yang dilakukan dapat menjadi ancaman bagi lingkungan dan kesehatan masyarakat yang ada di sekitar pertambangan. Proses pertambangan emas dapat memicu berbagai gangguan berupa aktivitas, kesehatan, kebisingan, dan lainnya. Aktivitas yang dilakukan salah satunya kegiatan transportasi pertambangan dapat mencemari udara dan munculnya paparan seperti Karbon Monoksida (CO), Karbon Dioksida (CO₂), Sulfur Dioksida (SO₂), Nitrogen Dioksida (NO₂), Hidrokarbon (HC), *Chlorouorocarbon* (CFC), Timbal (Pb), *Particulate Matter* 2,5 (PM_{2,5}) dan *Particulate Matter* 10 (PM₁₀) di udara yang apabila dihirup manusia dapat menyebabkan gangguan pernapasan (Bergstra et al., 2018).

Kenyataannya kegiatan pertambangan memiliki dampak negatif bagi lingkungan yaitu banyaknya paparan debu yang sangat mengganggu aktivitas manusia. Selain bagi lingkungan efek yang ditimbulkan dapat mempengaruhi kesehatan manusia, baik paparan jangka pendek maupun jangka panjang yang disebabkan oleh polusi udara sehingga terjadinya gangguan sistem pernapasan (Bergstra et al., 2018).

Analisis risiko kesehatan lingkungan (ARKL) merupakan suatu pendekatan untuk mencermati potensi besarnya risiko yang dimulai dengan mengidentifikasi bahaya, memahami hubungan antara dosis agen risiko dan respon tubuh yang diketahui dari berbagai penelitian, mengukur seberapa besar paparan agen risiko tersebut dan menetapkan tingkat risiko suatu agen risiko tidak aman atau tidak bisa diterima pada suatu populasi tertentu dan memberikan pengelolaan risiko yang dibutuhkan (Direktorat Jenderal PP dan PL, 2022).

Debu adalah salah satu polutan udara yang memiliki tingkat toksisitas yang signifikan yang dapat berdampak pada pekerja tambang maupun masyarakat di sekitar tambang. Debu yang dapat mengganggu sistem pernapasan manusia salah satunya adalah Kadar Debu Total dan *Particulate Matter* (PM), partikel yang bervariasi yaitu PM_{2,5} dan PM₁₀, tetapi ukuran debu yang diameternya sangat kecil, dapat menembus sistem pernapasan melalui inhalasi, menyebabkan penyakit pernapasan dan kardiovaskular, disfungsi sistem saraf pusat dan reproduksi, serta kanker (Manisalidis et al., 2020). PM adalah sebuah bentuk pencampuran dari partikel padatan dan droplet cairan yang ditemukan di udara (Sompornrattanaphan et al., 2020).

Paparan PM_{2,5} merupakan salah satu zat pencemaran berbahaya yang berada di udara ambien, PM_{2,5} merupakan campuran yang terdiri dari partikel padat dan cair, yang dapat berasal dari bencana alam, transportasi dan juga dapat berasal dari kegiatan-kegiatan manusia salah satunya pada kegiatan pertambangan emas yang ada di Kelurahan Poboya, Kota Palu. Menurut WHO tentang *Air Quality Guidelines For Particulate Matter*, ambang batas aman paparan PM_{2,5} adalah 25 µg/m³/24 jam (Li, Zhou and Zhang, 2018). Paparan

yang masuk ke dalam saluran pernapasan menimbulkan reaksi seperti batuk, bersin, serak di tenggorokan, hingga ke pernapasan bawah, kondisi ini akan terjadi apabila kandungan melebihi nilai ambang batas (Fatimah et al., 2018). Nilai Ambang Batas (NAB) pada PM_{2,5} menurut NAAQS EPA A.S., setiap pengukuran yang lebih besar dari 9,0 µg/m³ dapat membahayakan kesehatan manusia yaitu :

- a. Baik, menimbulkan sedikit atau tidak ada resiko Kesehatan pada nilai 0-9.0 µg/m³
- b. Sedang, menimbulkan gejala penyakit pernapasan pada nilai 9.1-35.4 µg/m³
- c. Tidak sehat untuk kelompok sensitive, menimbulkan resiko iritasi mata, kulit dan tenggorokan serta masalah pernapasan pada nilai 35.5-55.4 µg/m³
- d. Tidak sehat, ada peningkatan gejala gangguan jantung dan paru-paru pada nilai 55.5-125.4 µg/m³
- e. Sangat tidak sehat, masyarakat harus berada di dalam rumah dan membatasi aktivitas di luar rumah pada nilai 125.5-225.4 µg/m³
- f. Berbahaya, sangat berisiko tinggi dan menimbulkan gejala iritasi yang kuat dan efek Kesehatan yang negatif yang dapat memicu penyakit pernapasan dan kardiovaskular pada nilai 225,5 µg/m³ atau lebih besar.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) No 22 Tahun 2021 tentang Baku Mutu Udara Ambien Nasional di Indonesia, baku mutu kadar debu PM_{2,5} selama 24 jam yaitu 55 µg/m³.

Pajanan PM_{2,5} dapat terjadi pada siapa saja termasuk pada balita. Balita dapat terkena pencemaran udara jika di sekitarnya terdapat pencemaran udara yang dapat memicu sesak pada saluran pernapasan pada balita jika udara kotor terus menerus di hirup oleh balita, risiko yang dapat terjadi salah satunya terkena penyakit *pneumonia*. Pajanan PM_{2,5} sangat berisiko karena ukuran partikelnya yang sangat kecil yaitu 2,5 mikron atau lebih kecil yang bisa masuk pada siapa saja salah satunya terjadi pada balita. Balita dapat lebih rentan terkena pajanan PM_{2,5} dibandingkan orang dewasa karena saluran pernapasan pada balita lebih kecil, balita bernapas lebih cepat dan menghirup lebih banyak

udara dan masih memiliki sistem kekebalan tubuh yang belum matang (Schraufnagel et al., 2019; Yang et al., 2020).

Pneumonia merupakan penyakit pernapasan akut yang disebabkan oleh *agent* yang menular termasuk virus ataupun bakteri dan dapat berasal dari hasil pajanan PM_{2,5}. *Pneumonia* yang terjadi pada balita dapat berupa proses infeksi bronkial akut. *Pneumonia* merupakan pembunuh utama pada balita yang paling banyak di dunia. Diperkirakan sekitar 1,2 juta anak di bawah usia 5 tahun (balita) meninggal karena pneumonia setiap tahunnya, *Pneumonia* membunuh lebih dari 2 juta anak balita di Negara berkembang. Persentasenya sebesar 19% yang mana berasal dari semua penyebab kematian balita, sehingga *World Health Organization* (WHO) menjulukinya menjadi “*The Leading Killer of Children Worldwide*” (Budihardjo & Suryawan, 2020).

Berdasarkan data laporan rutin direktorat *pneumonia* pada tahun 2021 terdapat kasus *pneumonia* sebanyak 278.262 pada balita di Indonesia. Jumlah ini berkurang dibandingkan dengan kasus *pneumonia* pada balita di tahun sebelumnya yaitu sebanyak 309.838 kasus. Secara nasional, perkiraan jumlah kasus *pneumonia* adalah 10,19%, namun perkiraan jumlah pasien *pneumonia* di setiap provinsi yang digunakan bervariasi dengan angka yang telah ditentukan (Kemenkes RI, 2021).

Berdasarkan data profil kesehatan Provinsi Sulawesi Tengah menunjukkan cakupan *pneumonia* pada balita berada di urutan sepuluh terbesar penyebab kematian balita pada tahun 2023. Pada tahun 2022 cakupan penyakit *pneumonia* menunjukkan sebesar 39,8% dan pada tahun 2023 sebesar 55,8% sedangkan target cakupan penemuan *pneumonia* balita tahun 2022 adalah 70% dan 2023 sebesar 75% dan dari 13 kabupaten/kota masih Kabupaten Banggai yang dapat mencapai target yang ditetapkan secara nasional. Sedangkan 12 kabupaten/kota lainnya masih dibawah dari target nasional (Dinkes Provinsi Sulteng, 2023).

Berdasarkan data dari Dinas Kesehatan Kota Palu pada tahun 2016 penderita *pneumonia* paling tinggi di Kota Palu yaitu sebesar 2.508 kasus. Sedangkan berdasarkan data pada tahun 2023 yaitu sebesar 1.880 kasus. Pada

data profil kesehatan Puskesmas Kawatuna tahun 2023 menunjukkan bahwa terdapat 1.740 balita yang termasuk dalam golongan batuk bukan *pneumonia* dan 220 balita yang batuk karena *pneumonia*, sedangkan pada Kelurahan Poboya terdapat 189 balita yang termasuk dalam golongan perkiraan batuk gejala penyakit *pneumonia* (Puskesmas Kawatuna, 2023).

Berdasarkan latar belakang yang telah di uraikan, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian “Analisis Kausalitas Konsentrasi PM_{2,5} Terhadap *pneumonia* Pada Balita Di Area Pertambangan Emas Poboya, Kota Palu”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “Apa Saja Kausalitas Konsentrasi PM_{2,5} Terhadap *Pneumonia* Pada Balita Di Area Pertambangan Emas Kelurahan Poboya, Kota Palu?”

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Tujuan umum dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui Analisis Kausalitas Konsentrasi PM_{2,5} Terhadap *Pneumonia* Pada Balita Di Area Pertambangan Emas Kelurahan Poboya, Kota Palu

1.3.2 Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus dalam penelitian ini adalah :

- a. Menganalisis kausalitas konsentrasi PM_{2,5} dengan kejadian penyakit *pneumonia* pada balita di Area Pertambangan Emas Kelurahan Poboya, Kota Palu.
- b. Menganalisis kausalitas antara jarak rumah balita dari Area Pertambangan Emas Kelurahan Poboya, Kota Palu dengan kejadian penyakit *pneumonia* pada balita.
- c. Menganalisis kausalitas suhu, dengan kejadian penyakit *pneumonia* pada balita di Area Pertambangan Emas Kelurahan Poboya, Kota Palu.
- d. Menganalisis kausalitas kelembaban, dengan kejadian penyakit *pneumonia* pada balita di Area Pertambangan Emas Kelurahan Poboya, Kota Palu.

- e. Menganalisis kausalitas kejadian penyakit *pneumonia* pada balita di Area Pertambangan Emas Kelurahan Poboya, Kota Palu dengan pendekatan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL).

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam menambah wawasan dan ilmu pengetahuan serta sebagai sumber informasi atau kajian pustaka pada penelitian yang berkaitan dengan kausalitas antara konsentrasi PM_{2,5} dengan penyakit *pneumonia* pada balita.

1.4.2 Manfaat Praktis

Adapun manfaat praktis dalam penelitian ini adalah :

- a. Bagi Peneliti

Menambah pengalaman dalam penelitian dan dapat menambah wawasan mengenai penyakit *pneumonia* dan bahaya konsentrasi PM_{2,5} di udara.

- b. Bagi Institusi Pendidikan

Diharapkan hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan referensi atau kepustakaan untuk menambah pengetahuan terutama mahasiswa program studi kesehatan masyarakat

- c. Bagi Masyarakat

Diharapkan dapat menambah wawasan bagi masyarakat dalam pencegahan dan penanganan bahaya konsentrasi PM_{2,5} akibat aktivitas pertambangan emas terhadap kejadian penyakit *pneumonia* pada balita.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Udara

2.1.1 Definisi

Pencemaran udara mengacu pada pelepasan polutan ke udara, polutan yang merugikan kesehatan manusia dan planet ini secara keseluruhan. Menurut WHO, setiap tahun pencemaran udara bertanggung jawab atas hampir tujuh juta kematian di seluruh dunia. Sembilan dari sepuluh manusia saat ini menghirup udara yang melebihi batas pedoman WHO untuk polutan, dengan mereka yang tinggal di negara berpenghasilan rendah dan menengah paling menderita (Jillian Mackenzie & Jeff Turrentine, 2021).

Klasifikasi bahan pencemaran udara dapat dibagi menjadi dua bagian (Andi Susilawaty et al., 2022):

1. Pencemar primer adalah substansi pencemar yang ditimbulkan langsung dari sumber pencemaran udara. CO adalah sebuah contoh dari pencemar udara primer karena ia merupakan hasil dari pembakaran.
2. Pencemar sekunder adalah substansi pencemar yang terbentuk dari reaksi pencemar-pencemar primer di atmosfer. Pembentukan ozon dalam fotokimia adalah sebuah contoh dari pencemaran udara sekunder.

2.1.2 Sumber Pencemaran Udara

Sumber pencemaran udara merupakan suatu kegiatan yang dilakukan oleh manusia maupun aktivitas alam yang melepaskan zat pencemar udara sehingga dapat menimbulkan suatu risiko pada lingkungan dan manusia. Sumber pencemaran dapat dibagi menjadi beberapa bagian yaitu :

1. Sumber pencemaran udara akibat kegiatan alami

Pencemaran alami dapat bersumber dari debu dan gas yang dihasilkan dari letusan gunung berapi, cuaca yang ekstrim yang mengakibatkan beberapa hutan terbakar.

2. Sumber pencemaran udara akibat kegiatan manusia

Pencemaran udara akibat kegiatan manusia bersumber dari kegiatan perindustrian yang menghasilkan debu dan gas seperti industri batu bata, industri gula, industri tambang dan lain sebagainya. Selain dari kegiatan industri pencemaran udara dapat bersumber dari pembakaran sampah, asap kendaraan, pembakaran hutan.

2.1.3 Jenis Pencemaran Udara

1. Berdasarkan bentuk

Pada pencemaran udara yang berdasarkan pada bentuk dibedakan menjadi dua macam, diantaranya sebagai berikut :

- a. Gas

Gas merupakan zat yang memiliki sifat seperti udara terbentuk dari proses pemanasan atau penguapan dari zat padat maupun zat cair.

- b. Partikel

Partikel merupakan salah satu polutan bersumber dari kegiatan perindustrian yang tersebar ke udara berupa partikel – partikel kecil.

2. Berdasarkan tempat

Pencemaran udara menurut lokasinya dibagi menjadi dua bagian yaitu:

- a. Pencemaran udara dalam ruangan merupakan pencemaran yang disebabkan oleh kegiatan manusia di dalam ruangan maupun di dalam suatu bangunan seperti merokok, memasak dengan menggunakan kayu bakar, penggunaan obat nyamuk bakar dan lain sebagainya.

- b. Pencemaran udara luar ruang merupakan pencemaran yang disebabkan oleh kegiatan manusia maupun akibat bencana alam seperti gunung meletus, asap yang timbul dari kegiatan pertambangan, perindustrian dan kendaraan bermotor.

2.2 Debu

2.2.1 Definisi

Debu di udara (*airborne dust*) merupakan suspensi partikel benda padat di udara. Butiran debu ini dihasilkan oleh pekerjaan yang berhubungan dengan gerinda, pemboran dan penghancuran pada proses pemecahan bahan-bahan padat. Ukuran besarnya butiran-butiran tersebut sangat beragam, mulai yang dapat dilihat oleh mata telanjang ($> 1/20$ mm) sampai pada tidak kelihatan. Debu yang tidak kelihatan berada di udara dalam jangka waktu tertentu dan hal ini yang dapat membahayakan karena bisa masuk menembus ke dalam paru paru (Ramdan, 2019).

Menurut "*The Glossary of Atmospheric Chemistry Terms*" (IUPAC, 2001) dalam Ramdan, 2019), debu merupakan partikel kecil, padat dan kering yang diproyeksikan ke udara oleh kekuatan alam seperti letusan gunung berapi, angin, atau oleh proses mekanis buatan manusia seperti proses menghancurkan, pengeboran, menggiling, pembongkaran, menyekop penyaluran, pembungkusan, pengayakan, dan penyapuan. Partikel debu ini memiliki diameter yang terdiri dari berbagai ukuran mulai dari 1 μm sampai 100 μm dan menetap perlahan di bawah pengaruh gravitasi bumi.

Mine Safety and Health Administration (MSHA) pada Tahun 1999 melaporkan bahwa, debu merupakan partikel padat yang berukuran sangat kecil dengan ukuran 1 sampai 500 mikron yang dibawa oleh udara. Partikel-partikel kecil ini dibentuk dalam proses disintegrasi atau fraktur seperti penggilingan, penghancuran atau pemukulan terhadap benda padat.

Debu sebagai padatan halus yang tersuspensi di udara yang tidak mengalami perubahan secara kimia ataupun fisika dari bahan padatan aslinya.

2.2.2 Karakteristik Debu

Karakteristik partikel debu yaitu berdasarkan ukuran dan distribusinya. Ukuran partikel dibagi menjadi dua yaitu partikel halus <2,5 dan partikel kasar >2,5. Partikel tersebut digolongkan menjadi *Total Suspended Particulate* (TSP) dengan ukuran <100. Partikel ini terdiri dari zat organik dan anorganik salah satunya debu di udara. Debu merupakan suatu partikel yang berada di udara akibat dari proses pembakaran industri, penghancuran batu dan lain sebagainya.

Debu industri yang terdapat di udara dibagi menjadi 2, yaitu:

1. *Deposit Particulate Matter* yaitu partikel debu yang hanya sementara di udara. Partikel ini akan segera mengendap karena daya tarik bumi.
2. *Suspended Particulate Matter* adalah debu yang tetap berada di udara dan tidak mudah mengendap (Pudjiastuti, 2002).

2.2.3 *Particulate Matter* (PM)

PM memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap masyarakat dibanding polutan lainnya (WHO, 2014). PM merupakan istilah polusi udara berupa butiran-butiran kecil yang terdiri dari campuran kompleks partikel padat dan droplet cairan bahan organik dan anorganik di udara (Irianto, 2014). Secara keseluruhan partikulat debu di atmosfer disebut sebagai *Suspended Particulate Matter* (SPM) atau TSP. Suspensi partikulat adalah debu yang tidak mudah mengendap serta melayang di udara. Unit untuk menyatakan konsentrasi partikulat adalah mikrogram per m³ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (Soemirat, 2011). PM terbagi menjadi 2 yaitu :

1. PM_{2,5}

Partikel PM_{2,5} berdiameter 2,5 mikron atau kurang. Partikel PM_{2,5} tidak terlihat oleh mata telanjang dan cukup kecil untuk melewati paru-paru, masuk ke aliran darah, dan masuk ke organ tubuh. PM_{2,5} berasal dari pembakaran bahan bakar padat atau cair,

melalui pembangkit listrik, kegiatan pertambangan, pemanas rumah tangga, dan mesin di dalam kendaraan. Dari semua tindakan polusi udara, $PM_{2,5}$ menimbulkan ancaman kesehatan terbesar karena ukurannya yang kecil, $PM_{2,5}$ dapat tetap tersuspensi di udara untuk waktu yang lama dan dapat diserap jauh ke dalam aliran darah saat terhirup.

Konsentrasi $PM_{2,5}$ dapat berubah setiap saat, seseorang dapat terpajan melebihi NAB. Rendahnya konsentrasi $PM_{2,5}$ dapat disebabkan oleh kecepatan angin yang membawa partikulat di udara menuju ke tempat yang lebih jauh dari sumber pencemar sehingga akan menghasilkan nilai konsentrasi yang rendah pada kawasan yang dekat sumber (Ramdan et al., 2018). Selain itu, konsentrasi pencemar sangat dipengaruhi oleh kondisi cuaca seperti suhu dan kelembaban. Suhu udara berpengaruh karena disebabkan adanya reaksi kimia beberapa polutan yang akan berlangsung lebih cepat pada suhu tinggi (Rosalia et al., 2018).

Sumber material partikulat dapat dipancarkan langsung dari buatan manusia atau alam, dengan sumber buatan manusia umumnya menghasilkan jumlah $PM_{2,5}$ yang lebih besar (Department for Environment Food & Rural Affairs, 2016).

Beberapa sumber $PM_{2,5}$ buatan manusia yang paling umum (EPA, 2020. Seidel D, et al, 2015 dan Loffredo C, et al, 2018) :

1. Pembakaran motor
 2. Pembakaran pembangkit listrik
 3. Proses industri
 4. Kompor, perapian, dan pembakaran kayu rumah
 5. Asap dari kembang api
 6. Merokok
2. PM_{10}

Partikel PM_{10} dapat ditemukan dalam debu dan asap. PM_{10} adalah partikel sangat kecil yang ditemukan dalam debu dan asap.

Mereka memiliki diameter $10\mu\text{m}$ ($0,01\text{ mm}$) atau lebih kecil. PM_{10} adalah partikulat aerodinamik berdiameter kurang dari $10\mu\text{m}$ hasil aktivitas manusia banyak berasal dari kendaraan bermotor dan industry (Haq, et al., 2002), yang menghasilkan emisi partikulat dan hidrokarbon yang tinggi. PM_{10} merupakan partikel yang ukurannya sangat kecil ≤ 10 mikron. PM_{10} merupakan salah satu jenis pencemar udara yang sangat memberikan dampak terhadap kesehatan manusia khususnya pada kesehatan saluran pernapasan. Hanya terdapat beberapa partikulat dengan ukuran tertentu yang bisa terdeposit dalam sistem pernapasan manusia. PM_{10} hanya dapat masuk ke sistem pernapasan manusia bagian atas. PM_{10} bersifat *respirable* yang dimana dapat memicu gangguan pernapasan seperti ISPA.

2.2.4 Baku Mutu

Nilai Ambang Batas (NAB) pada $\text{PM}_{2,5}$ menurut NAAQS EPA A.S., setiap pengukuran yang lebih besar dari $9,0\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ dapat membahayakan kesehatan manusia.

- a. Baik, menimbulkan sedikit atau tidak ada resiko Kesehatan pada nilai $0-9.0\ \mu\text{g}/\text{m}^3$
- b. Sedang, menimbulkan gejala penyakit pernapasan pada nilai $9.1-35.4\ \mu\text{g}/\text{m}^3$
- c. Tidak sehat untuk kelompok sensitive, menimbulkan resiko iritasi mata, kulit dan tenggorokan serta masalah pernapasan pada nilai $35.5-55.4\ \mu\text{g}/\text{m}^3$
- d. Tidak sehat, ada peningkatan gejala gangguan jantung dan paru-paru pada nilai $55.5-125.4\ \mu\text{g}/\text{m}^3$
- e. Sangat tidak sehat, masyarakat harus berada di dalam rumah dan membatasi aktivitas di luar rumah pada nilai $125.5-225.4\ \mu\text{g}/\text{m}^3$

Berdasarkan PP No 22 Tahun 2021 tentang Baku Mutu Udara Ambien Nasional, baku mutu kadar debu $\text{PM}_{2,5}$ selama 24 jam yaitu $55\ \mu\text{g}/\text{m}^3$.

NO	PARAMETER	WAKTU PENGUKURAN	BAKU MUTU	SISTEM PENGUKURAN
1.	Sulfur Dioksida (SO ₂)	1 jam	150 µg/m ³	aktif kontinu
		24 jam	75 µg/m ³	aktif manual
		1 tahun	45 µg/m ³	aktif kontinu
2.	Karbon Monoksida (CO)	1 jam	10000 µg/m ³	aktif kontinu
		8 jam	4000 µg/m ³	aktif kontinu
3.	Nitrogen Dioksida (NO ₂)	1 jam	200 µg/m ³	aktif kontinu
		24 jam	65 µg/m ³	aktif manual
		1 tahun	50 µg/m ³	aktif kontinu
4.	Oksidan fotokimia (O _x) sebagai Ozon (O ₃)	1 jam	150 µg/m ³	aktif kontinu
		8 jam	100 µg/m ³	aktif manual*
		1 tahun	35 µg/m ³	aktif kontinu**
5.	Hidrokarbon Non Metana (NMHC)	3 jam	160 µg/m ³	aktif kontinu***
6.	Partikulat debu < 100 µm (TSP)	24 jam	230 µg/m ³	aktif manual
	Partikulat debu < 10 µm (PM ₁₀)	24 jam	75 µg/m ³	aktif kontinu
		1 tahun	40 µg/m ³	aktif manual
	Partikulat debu < 2,5 µm (PM _{2,5})	24 jam	55 µg/m ³	aktif kontinu
		1 tahun	15 µg/m ³	aktif manual
7.	Timbal (Pb)	24 jam	2 µg/m ³	aktif kontinu

Sumber: PP No 22 Tahun 2021

Gambar 2.1 Baku Mutu Udara Ambien

2.2.5 Mekanisme Pajanan

Debu yang terdapat diudara masuk kedalam saluran pernapasan atas, pada bagian tersebut debu yang berukuran > 10 µm akan disaring sehingga tidak akan masuk kedalam saluran pernapasan bagian bawah. Debu yang berukuran lebih kecil akan masuk kedalam saluran pernapasan bagian bawah yang dapat menyebabkan debu tersebut mengendap didalam saluran pernapasan bawah yaitu *alveoli* (firmansyah, 2020).

2.2.6 Dampak Pencemaran

Menurut Juniantara Putra (2018) dampak debu yang masuk kedalam saluran pernapasan yaitu mengakibatkan iritasi, sesak napas dan lain sebagainya. Dampak yang ditimbulkan debu selain pada kesehatan yaitu:

1. Keindahan lingkungan sekitar menurun
2. Tumbuhan tidak dapat melakukan fotosintesis dikarenakan pori –pori tertutup oleh debu.
3. Adanya perubahan iklim
4. Kegiatan sosial dan ekonomi masyarakat terhambat

2.2.7 Pengukuran Debu

Tujuan dilakukannya pengukuran kadar debu di udara untuk mengetahui apakah kadar debu pada suatu lingkungan, konsentrasinya sudah sesuai dengan kondisi lingkungan yang aman dan sehat bagi masyarakat. Singkatnya, apakah kadar debu tersebut berada di bawah atau di atas NAB debu udara. Pengukuran kadar debu di udara biasanya dilakukan dengan menggunakan metode gravimetrik, yaitu dengan menghisap dan melewatkan udara dalam suatu volume tertentu melalui serat gelas/kertas saring. Alat-alat yang biasanya digunakan untuk pengukuran sampel debu total TSP di udara antara lain (Khairiah, Ashar dan Santi, 2013).

1. *High Volume Air Sampler (HVAS)*

HVAS merupakan alat yang digunakan untuk mengambil sampel partikel di udara ambien yang memiliki sistem vakum kapasitas tinggi dengan dilengkapi alat filter dan alat kontrol kecepatan aliran udara. Prinsip kerja dari HVAS dengan metode gravimetri dimana konsentrasi debu yang ada di udara ditentukan dengan menggunakan pompa hisap. Udara yang terhisap disaring melalui filter, sehingga debu yang ada dalam udara menempel pada filter tersebut. Berdasarkan Total udara yang terhisap dan berat debu yang menempel pada filter, dapat diketahui konsentrasi debu yang ada di udara. Pengambilan sampel udara dilakukan selama ± 1 jam.

2. *Low Volume Air Sampler (LVAS)*

LVAS merupakan alat sampling udara ambien dengan volume yang lebih rendah dari HVAS. Kecepatan aliran udara 20 liter/menit dapat menangkap partikel debu dengan ukuran 10 mikron. Prinsip kerja dari LVAS dengan meletakkan alat pada titik pengukuran setinggi zona pernapasan yang dilakukan selama beberapa menit hingga satu jam (disesuaikan dengan kebutuhan dan tujuan pengukuran), dan kadar debu total diukur ditentukan secara gravimetrik. Kadar debu yang

diperoleh dapat dihitung dengan mengetahui berat kertas saring sebelum dan sesudah dilakukan pengukuran.

3. *High Volume Dust Sampler (HVDS)*

HVDS memiliki prinsip yang sama dengan alat HVAS yaitu dengan metode gravimetri dimana konsentrasi debu yang ada di udara ditentukan dengan menggunakan pompa hisap. Udara yang terhisap disaring melalui filter, sehingga debu yang ada dalam udara menempel pada filter tersebut. Berdasarkan Total udara yang terhisap dan berat debu yang menempel pada filter, dapat diketahui konsentrasi debu yang ada di udara. Pengambilan sampel udara dilakukan selama ± 1 jam.

4. *Low Volume Dust Sampler (LVDS)*

LVDS memiliki prinsip yang sama dengan alat LVAS yaitu dengan metode gravimetri dimana konsentrasi debu yang ada di udara ditentukan dengan menggunakan pompa hisap. Udara yang terhisap disaring melalui filter, sehingga debu yang ada dalam udara menempel pada filter tersebut. Berdasarkan total udara yang terhisap dan berat debu yang menempel pada filter, dapat diketahui konsentrasi debu yang ada di udara. Pengambilan sampel udara dilakukan selama ± 1 jam.

5. *Personal Dust Sampler*

Personal Dust Sampler merupakan alat yang dapat digunakan untuk menentukan *Respiral Dust (RD)* di udara yang dapat lolos dari filter bulu hidung manusia selama bernapas. Alat ini dapat digunakan pada lingkungan kerja dengan di ikatkan pada pinggang pekerja dikarenakan ukuran partikel debu yang kecil.

2.3 *Pneumonia*

2.3.1 Definisi

Pneumonia adalah infeksi akut saluran pernapasan bagian bawah yang mengenai jaringan paru-paru (alveoli) yang disebabkan oleh berbagai mikroorganisme seperti virus, jamur dan bakteri (Kemenkes RI, 2020).

Pneumonia merupakan infeksi ataupun radang akut dari jaringan paru yang ditimbulkan oleh mikroorganisme seperti bakteri virus dan lainnya yang mendorong terjadinya kerusakan paru seperti *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae* tipe b, sedangkan virus penyebab pneumonia yaitu *Respiratory syncytial virus* (Veridiana dan Nurjana, 2021).

Pneumonia merupakan penyakit infeksi saluran pernapasan dengan gejala batuk-pilek yang disertai dengan sesak napas dan napas cepat. *Pneumonia* dapat menyerang siapa aja, seperti anak-anak, remaja, dewasa muda dan lanjut usia, namun lebih banyak pada balita dan lanjut usia (*Indonesian Society Of Respiriology*, 2020).

2.3.2 Etiologi

Menurut (Mandan, 2019) Penyakit *pneumonia* terdapat beberapa faktor penyebab, diantaranya:

1. Bakteri (Pneumokokus, Steptokokus, Stafilokokus, H.influenza, klebsiela mycoplasma pneumonia) Pnemonia Bakteri atau tipikal adalah pneumonia yang dapat terjadi pada semua usia. Bakteri yang biasanya menyerang pada balita dan anak-anak
2. Virus yang biasanya menyerang pada balita dan anak-anak yaitu (virus adena, virus parainfluenza, virus influenza).
3. Jamur/fungi merupakan infeksi sekunder, terutama pada penderita dengan daya tahan tubuh lemah (Immunocompromised). Jamur/fungi yang menyerang pada balita dan anak-anak yaitu histoplasma, capsulatum dan koksidiodes.

4. Protozoa (pneumokistis karinti).
5. Bahan kimia (aspirasi makanan/susu/isi lambung), keracunan hidrokarbon (minyak tanah dan bensin).

2.3.3 Penularan *Pneumonia*

Pneumonia dapat menular melalui beberapa cara. Virus maupun bakteri penyebab *pneumonia* biasa ditemukan di hidung atau tenggorokan anak yang dapat menginfeksi paru-paru jika terhirup. Virus dan bakteri juga dapat menyebar melalui tetesan yang ditularkan melalui udara dari batuk atau bersin. Selain itu, *pneumonia* dapat menyebar melalui darah, terutama selama dan segera setelah lahir (WHO, 2021).

2.3.4 Faktor Risiko *Pneumonia*

1. Pemberian ASI

Air Susu Ibu (ASI) eksklusif adalah bayi yang diberi ASI dari 0-5 bulan yang hanya menerima Air Susu Ibu saja, tidak diberi makanan atau minuman lain, termasuk air putih (Kementerian Kesehatan RI, 2019).“ Air Susu Ibu (ASI) memiliki kandungan protein, lemak, gula, serta kalsium dengan kadar yang cukup. Selain ASI juga terdapat kandungan nutrisi esensial yang mencukupi kebutuhan bayi. ASI memiliki kandungan zat gizi yang tepat sebagaimana kebutuhan bayi. Komposisi dari ASI sendiri tidak dapat didapatkan dalam susu formula yakni zat kekebalan atau antibody. Antibody akan memberi berbagai perlindungan pada beberapa bakteri yang salah satunya mendorong terjadinya ISPA. Komponen penting ASI lainnya diantara yakni sitokin, laktoferrin, lisozim, dan imunoglobulin juga turut melindungi bayi. ASI dapat mendorong peningkatan sIgA pada saluran pernafasan serta kelenjar ludah bayi pada usia 4 hari. Hal ini dapat napak dengan kejadian penyakit radang telinga tengah, *pneumonia*, penyebaran bakteri pada bagian tubuh lain, dan lain sebagainya (Wenny Widyawati, Dwi Hidayah, 2020).

2. Status Gizi

Status gizi merupakan suatu ukuran mengenai kondisi tubuh seseorang yang dapat dilihat dari makanan yang dikonsumsi dan penggunaan zat-zat gizi di dalam tubuh, Menurunnya status gizi berakibat menurunnya kekebalan tubuh terhadap infeksi. (Sugihartono and Nurjazuli, 2018).

Status gizi yang kurang dan buruk dapat menyebabkan gangguan sistem imun. Sehingga balita dengan gizi kurang/buruk akan mengalami penurunan pertahanan tubuh yang dampaknya mudah terkena infeksi, pneumonia termasuk kedalam salah satu penyakit infeksi (Nopriyanti, 2018).

3. Imunisasi

Imunisasi adalah suatu upaya untuk meningkatkan kekebalan seseorang secara aktif terhadap suatu penyakit, sehingga apabila suatu saat terpajan dengan penyakit tersebut tidak akan sakit atau hanya mengalami sakit ringan. Untuk mengurangi faktor yang meningkatkan mortalitas infeksi saluran pernapasan, diupayakan imunisasi lengkap. Balita yang mempunyai status imunisasi lengkap bila menderita pneumonia dapat diharapkan perkembangan penyakitnya tidak akan menjadi lebih berat (Indri kurnia Dewi, 2019).

2.4 Suhu

Perbedaan konsentrasi $PM_{2,5}$ dapat disebabkan oleh kondisi meteorologis di titik lokasi, konsentrasi $PM_{2,5}$ dapat dipengaruhi oleh suhu. Pada saat suhu meningkat keadaan lingkungan akan panas dan kering sehingga memudahkan partikulat terangkat dan melayang di udara (Cahyadi, dkk, 2016). Suhu yang tinggi dapat menyebabkan kelembaban yang rendah dan menjadi lingkungan yang kering, saat lingkungan kering udara akan dengan mudah berterbangan yang apabila terdapat pajanan yang dapat memicu risiko paparan $PM_{2,5}$. Berdasarkan Peraturan Menteri Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun

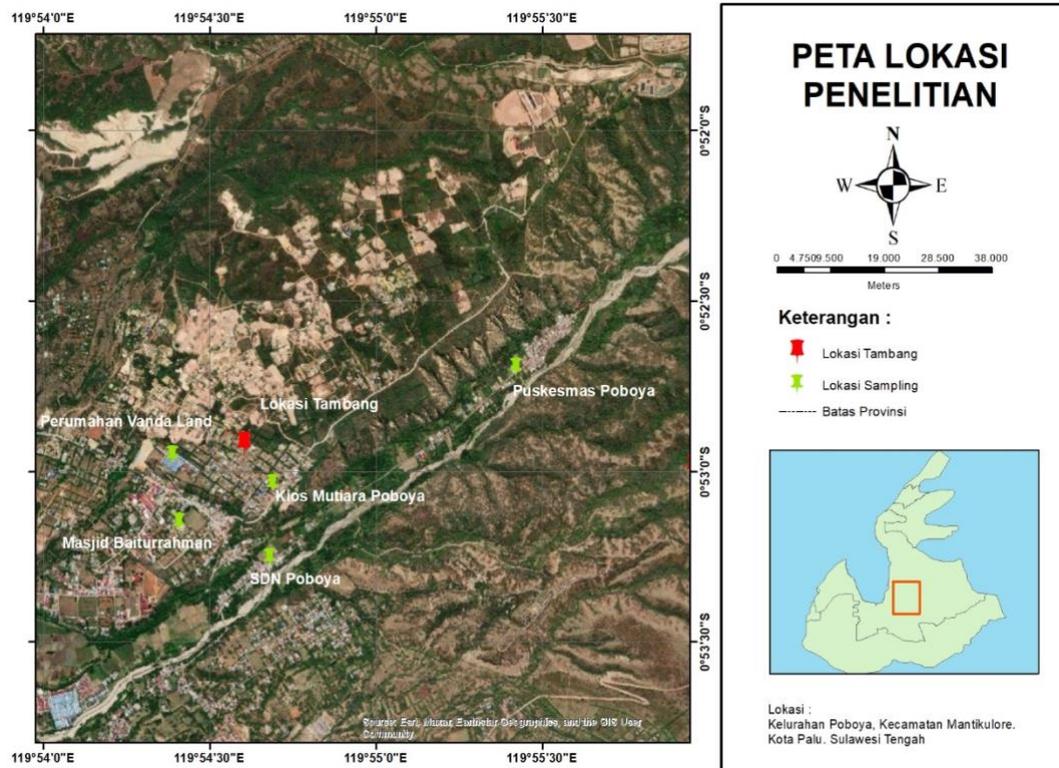
2014 Tentang Kesehatan Lingkungan bahwa nilai suhu dan kelembaban Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dalam media udara pada ruang kerja berada pada suhu antara 18 °C - 30 °C.

2.5 Kelembaban

Kelembaban merupakan konsentrasi kandungan uap air yang ada di udara. Kelembaban udara mempunyai beberapa istilah yaitu kelembaban mutlak, kelembaban spesifik, dan kelembaban relative. Tinggi rendahnya kelembaban di udara dapat berpengaruh pada beberapa faktor yaitu suhu, tekanan udara, iklim dan lainnya. Berdasarkan Peraturan Menteri Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan bahwa nilai suhu dan kelembaban Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dalam media udara pada ruang kerja berada pada suhu antara 18 °C - 30 °C.

2.6 Jarak Pemukiman

Jarak pemukiman adalah jarak lokasi pertambangan emas dengan jarak tempat tinggal penduduk. Lokasi yang diambil merupakan salah satu lokasi yang berpotensi untuk mengalami paparan PM_{2,5} dimana pada pengambilan titik lokasi pertambangan berasal dari *Google Earth* yaitu “Pertambangan Emas Poboya” pada aplikasi. Pada titik lokasi sampel di ambil berdasarkan aktivitas pertambangan atau seringnya terjadi polusi udara. Pada penelitian yang akan dilakukan, penentuan lokasi pengambilan sampel PM_{2,5} diambil 5 titik lokasi yaitu Titik A di depan Masjid Baiturrahman Poboya, Titik B diambil di depan Sekolah Dasar Negeri (SDN) Poboya, Titik C diambil di depan Kios Mulia Poboya, Titik E diambil di Area Perumahan Vanda Land, dan Titik E diambil di depan Puskesmas Poboya. Lokasi dapat di lihat pada Gambar 2.2. Kriteria lokasi wilayah pertambangan dari wilayah pemukiman adalah 500 meter berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 4 Tahun 2012.



Gambar 2.2 Peta Lokasi Pemukiman Di Area Pertambangan Emas Poboya, Kota Palu.

2.7 Balita

2.7.1 Definisi

Balita merupakan istilah umum yang sering digunakan masyarakat Indonesia bagi anak usia 1–3 tahun (batita) dan anak prasekolah (3–5 tahun). Pada saat usia anak berada dibawah 5 tahun, anak masih tergantung penuh kepada orang tua, pengasuh, maupun orang yang terdekat dengan mereka untuk melakukan berbagai kegiatan - kegiatan penting, seperti mandi, buang air, makan, minum atau bahkan bermain. Perkembangan lain seperti berbicara, berjalan sudah baik pada usia ini, namun kemampuan lain masih terbatas dan memerlukan pendampingan yang baik. Masa balita merupakan periode yang penting dalam masa tumbuh kembang. Bahkan beberapa sumber menyatakan bahwa masa balita adalah *golden age* atau masa emas yang tidak pernah terulang dalam proses tumbuh kembang manusia. Pertumbuhan dan

perkembangan di masa ini menjadi penentu keberhasilan dan perkembangan anak di periode tumbuh kembang berikutnya.

Anak merupakan suatu anugerah tuhan yang diberikan kepada orang tua untuk meneruskan keturunan manusia. Dalam tumbuh kembangnya manusia akan mengalami masa *golden age* atau masa keemasan salah satunya pada usia balita. Balita adalah (Anak Bawah Lima Tahun) adalah anak yang telah menginjak usia di atas satu tahun atau lebih populer dengan pengertian usia anak dibawah lima tahun (Muaris.H.2006 dalam Kementrian Kesehatan RI, 2015).

2.7.2 Karakteristik

Berdasarkan karakteristik Balita terbagi menjadi 2 kategori yaitu:

1. Batita

Batita adalah istilah yang digunakan untuk menyebut anak usia 1 sampai dengan usia 3 tahun. Pada usia ini anak merupakan konsumen pasif atau konsumen yang hanya menerima artinya pada usia ini anak akan menerima apapun dalam hal ini makanan dari apa yang telah di sediakan. Pada usia ini terjadi pertumbuhan gigi susu pada anak dan akan lengkap pada usia 2 - 2,5 tahun. Pada usia ini nafsu dan kebutuhan gizi anak juga besar namun dikarenakan perut (lambung) anak masih kecil menyebabkan jumlah makanan yang diterimanya dalam sekali makan juga kecil. Karena itu diperlukan peran ibu, pengasuh, maupun orang disekitarnya untuk memberikan asupan gizi yang cukup dan sering. Pada saat ini imunitas anak belum berkembang dengan baik dan rentan terpapar, terkena, maupun tertular penyakit.

2. Balita

Balita diusia 3 sampai dengan 5 tahun keatas sering pula disebut dengan istilah anak usia pra sekolah. Pada usia pra sekolah anak menjadi konsumen yang aktif dan dapat memilih apa yang disukainya. Di usia ini anak akan mulai bergaul dengan lingkungan dan bersosialisasi dengan teman sebayanya. Pada tahapan ini

perkembangan fisik, motorik dan emosional anak diasah. Seperti pada perkembangan fisik adalah bertumbuhnya ukuran antropometrik pada anak dan pertumbuhan lain seperti gigi, otot, jaringan lemak, darah, imunitas dan lain sebagainya.

2.7.3 Perkembangan Balita

Tumbuh kembang setiap individu berbeda dari individu lainnya, namun prosesnya senantiasa melewati beberapa proses atau pola yang sama (Fanny, 2019), diantaranya :

1. Pertumbuhan dimulai dari tubuh bagian atas menuju bagian bawah (*sefalokaudal*). Dimulai dari kepala hingga ke ujung kaki, pada fase ini anak akan berusaha menegakkan tubuhnya, lalu dilanjutkan belajar menggunakan kakinya.
2. Perkembangan dimulai dari batang tubuh ke arah luar. Contohnya adalah anak akan lebih dulu menguasai penggunaan telapak tangan untuk menggenggam, sebelum ia mampu meraih benda dengan jemarinya.
3. Setelah dua pola di atas dikuasai, barulah anak belajar mengeksplorasi keterampilan - keterampilan lain. Seperti melempar, menendang, dan berlari.

Pertumbuhan balita di dalam tubuh bayi dan balita akan berlangsung perubahan ukuran sel, jumlah sel, jaringan intraseluler pada tubuh balita atau bayi seiring dengan perkembangan anak tersebut atau disebut dengan multiplikasi organ disertai penambahan ukuran tubuhnya. Proses ini ditandai dengan beberapa hal seperti:

1. Meningkatnya berat badan serta tinggi badan anak
2. Bertambahnya ukuran lingkaran kepala
3. Muncul dan bertambahnya gigi anak
4. Mekuatnya tulang serta membesarnya otot – otot anak
5. Bertambahnya organ tubuh anak seperti rambut, kuku, penglihatan dan lain sebagainya.

Pertumbuhan tentu tidak serta merta langsung atau berlangsung dengan drastis. Pertumbuhan berlangsung secara bertahap, terpola, dan perlahan secara proporsional pada setiap hari maupun bulannya. Ketika didapati terjadi pertumbuhan yang telah disebutkan diatas menandakan bahwa pertumbuhannya berlangsung dengan baik. Sebaliknya apabila terlihat gejala penurunan ukuran dapat dicurigai bahwa telah terjadi gangguan ataupun hambatan dalam proses pertumbuhannya. (Fanny, 2019).

Balita juga masih memiliki pernapasan yang kecil dan paru-paru yang kecil sehingga mereka masih bernapas dengan cepat dan tidak sedikit pula mereka dapat bernapas dengan mulut. Perbedaan terkait usia dalam struktur dan fungsi paru-paru, pola pernapasan, dan berbagai hal dapat mempengaruhi dosis yang terhirup serta deposisi partikel ke paru-paru merupakan salah satu faktor penting dalam menilai risiko dari paparan inhalasi. Oleh karena itu, mereka memiliki kontribusi hidung yang lebih sedikit untuk pernapasan saat beristirahat dan saat melakukan berbagai aktivitas. Berikut laju inhalasi pada manusia berdasarkan umur menurut US EPA tahun 2009 ditunjukkan pada Gambar 2.3.

Table 6-1. Recommended Long-Term Exposure Values for Inhalation (males and females combined)

Age Group ^a	Mean (m ³ /day)	Sources Used for Means	95 th Percentile ^b (m ³ /day)	Sources Used for 95 th Percentiles	Multiple Percentiles
Birth to <1 month	3.6	c	7.1	c	
1 to <3 months	3.5	c, d	5.8	c, d	
3 to <6 months	4.1	c, d	6.1	c, d	
6 to <12 months	5.4	c, d	8.0	c, d	
Birth to <1 year	5.4	c, d, e, f	9.2	c, d, e	
1 to <2 years	8.0	c, d, e, f	12.8	c, d, e	
2 to <3 years	8.9	c, d, e, f	13.7	c, d, e	
3 to <6 years	10.1	c, d, e, f	13.8	c, d, e	
6 to <11 years	12.0	c, d, e, f	16.6	c, d, e	
11 to <16 years	15.2	c, d, e, f	21.9	c, d, e	
16 to <21 years	16.3	c, d, e, f	24.6	c, d, e	
21 to <31 years	15.7	d, e, f	21.3	d, e	
31 to <41 years	16.0	d, e, f	21.4	d, e	
41 to <51 years	16.0	d, e, f	21.2	d, e	
51 to <61 years	15.7	d, e, f	21.3	d, e	
61 to <71 years	14.2	d, e, f	18.1	d, e	
71 to <81 years	12.9	d, e	16.6	d, e	
≥81 years	12.2	d, e	15.7	d, e	

See Table 6-4, Table 6-6 through Table 6-8, Table 6-10, Table 6-14 Table 6-15 [none available for Stifelman (2007)]

^a When age groupings in the original reference did not match the U.S. EPA groupings used for this handbook, means from all age groupings in the original reference that overlapped U.S. EPA's age groupings by more than one year were averaged, weighted by the number of observations contributed from each age group. Similar calculations were performed for the 95th percentiles. See Table 6-25 for concordance with U.S. EPA age groupings.

^b Some 95th percentile values may be unrealistically high and not representative of the average person.

^c Arcus-Arth and Blaisdell (2007).

^d Brochu et al. (2006b).

^e U.S. EPA (2009a).

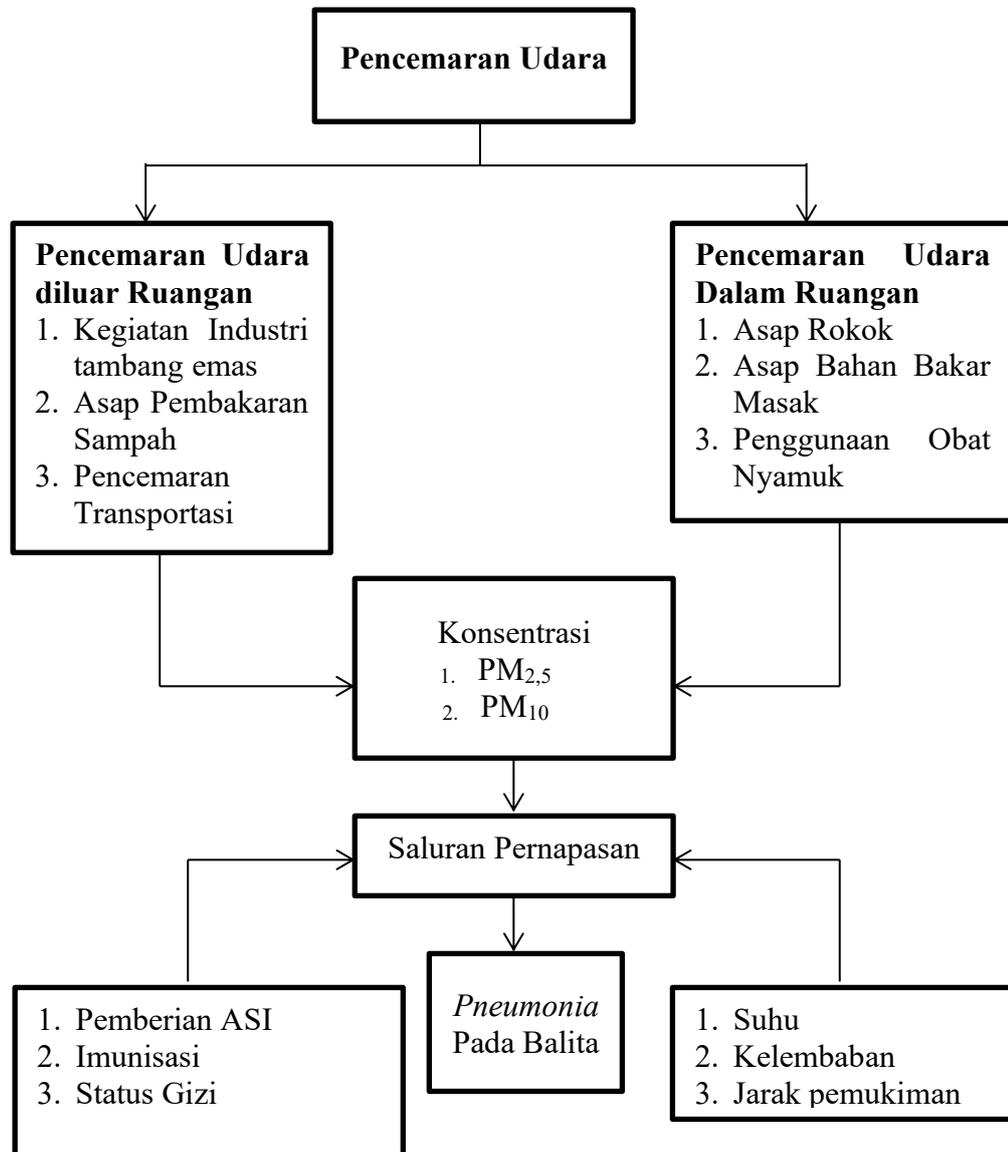
^f Stifelman (2007).

Gambar 2.3 Laju Inhalasi Manusia Berdasarkan Umur

Cara yang paling mudah untuk mengetahui pertumbuhan anak adalah dengan mengamati grafik penambahan berat dan tinggi anak seperti memantaunya pada posyandu melalui Kartu Menuju Sehat (KMS) anak pemantauan status gizi anak maupun dengan cara lain yang dapat digunakan.

2.8 Kerangka Teori

Berdasarkan uraian dari tinjauan teoritis di atas, kerangka teori dari penelitian ini sebagai berikut:



Gambar 2.4 Kerangka Teori

Sumber : Putri, Royana Anandra (2022)

BAB 3

KERANGKA KONSEP

3.1 Dasar Pemikiran Variabel yang Diteliti

Berdasarkan uraian yang telah dikemukakan pada penelitian ini, maka dikembangkanlah kerangka konsep yang merupakan teori tersebut. Pada penelitian ini akan menganalisis sebab-akibat (kausalitas) yaitu konsentrasi $PM_{2,5}$, jarak pemukiman, suhu dan kelembaban terhadap kejadian *pneumonia* pada balita, maka dasar pemikiran variabel-variabel yang diteliti, sebagai berikut :

1. Kejadian *pneumonia* Pada Balita

Pneumonia merupakan penyakit saluran pernapasan yang dapat menjangkit balita. Penyebab *pneumonia* pada balita salah satunya dapat berupa adanya pencemaran udara yang terjadi di sekitarnya yang apabila dihirup dapat menyebabkan radang pada paru-paru.

Pneumonia dikatakan sebagai pembunuh utama balita di dunia, berdasarkan data WHO dari 6,6 juta balita yang meninggal di dunia, 1,1 juta meninggal akibat *pneumonia* pada tahun 2012 dan 99% kematian *pneumonia* anak terjadi di negara berkembang (Dirjen P2P Kemkes RI, 2019).

2. Paparan $PM_{2,5}$

Paparan $PM_{2,5}$ merupakan partikel apabila masuk ke dalam organ pernapasan manusia maka dapat mengakibatkan penyakit berupa gangguan pernapasan yang ditandai dengan pengeluaran lendir secara berlebihan yang menimbulkan gejala utama yang sering terjadi adalah batuk, sesak nafas dan kelelahan umum. Dampak pajanan bahan-bahan berbahaya seperti polutan di tempat kerja dan lingkungan terhadap kesehatan, mengakibatkan bermacam-macam gangguan diantaranya *pneumonia* (Febri V, 2020).

3. Jarak Pemukiman

Jarak pemukiman merupakan jarak lokasi pertambangan emas dengan jarak lokasi pengambilan sampel. Jarak pemukiman diukur

berdasarkan standar pengukuran menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 4 Tahun 2012 yaitu 500 meter dari lokasi pertambangan. Variabel diukur untuk menentukan apakah lokasi sampel berada di lokasi memenuhi syarat atau tidak.

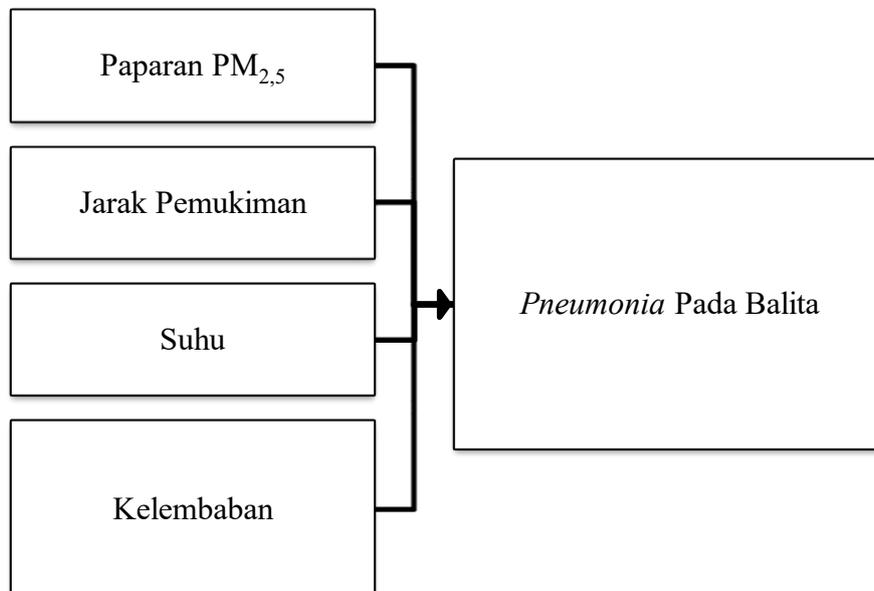
4. Suhu

Suhu merupakan salah satu penyebab terjadinya pajanan $PM_{2,5}$ yang berpengaruh pada udara ambien. Suhu yang tinggi dapat menyebabkan tingginya risiko pajanan melayang di udara, yang apabila pajanan bertebaran dalam intensitas yang tinggi dapat mempengaruhi terganggunya pernapasan pada balita.

5. Kelembaban

Kelembaban merupakan partikel uap air yang berada di udara. Kelembaban sendiri adalah angka yang di ekspresikan dalam kelembaban absolut dan kelembaban spesifik atau kelembaban relative. Kelembaban udara adalah tingkat kebasahan udara pada air yang selalu terkandung dalam bentuk uap air.

3.2 Alur Kerangka Konsep



Gambar 2.5 Kerangka Konsep

3.3 Definisi Operasional dan Kriteria Obyektif

3.3.1 Variabel Terikat (Dependen)

1. *Pneumonia* Pada Balita

a. Definisi Operasional

Pneumonia pada balita dapat terjadi apabila balita terindeksi gejala penyakit *pneumonia* yaitu adanya batuk, pilek, serak, demam, baik yang disertai napas cepat ataupun serak berdasarkan diagnosis dokter atau *medical record* dari pelaksana Kesehatan, tenaga kesehatan atau memiliki data pemeriksaan seperti KMS di area pertambangan emas Kelurahan Poboya, Kota Palu.

b. Kriteria Obyektif

Sakit : Balita yang di diagnosis *pneumonia* dalam 6 bulan terakhir

Tidak sakit : Balita yang tidak *pneumonia* dalam 6 bulan terakhir

3.3.2 Variabel Bebas (Independen)

1. Paparan PM_{2,5}

a. Definisi Operasional

Paparan PM_{2,5} merupakan kandungan debu yang berada di lingkungan sekitar wilayah Pertambangan Emas Kelurahan Poboya, Kota Palu diukur menggunakan baku mutu udara PM_{2,5} pada Peraturan Pemerintah No. 2 Tahun 2023 selama 24 jam yaitu 55 µg/m³.

b. Kriteria Obyektif

Memenuhi syarat : Jika kadar PM_{2,5} < 55 µg/m³

Tidak memenuhi syarat : Jika kadar PM_{2,5} ≥ 55 µg/m³

2. Jarak Pemukiman

a. Definisi Operasional

Jarak pemukiman adalah lokasi tambang di ambil dari titik lokasi pada *Google Earth* "Pertambangan Emas Poboya". Lokasi pengambilan sampel PM_{2,5} di ambil berdasarkan aktivitas

pertambangan atau seringnya terjadi polusi udara yang berada di pemukiman warga yang ada di area pertambangan emas Poboya, Kota Palu. Titik lokasi pada penelitian ini adalah 5 titik yang berada di Depan Masjid Baiturrahman Poboya (Titik A), titik yang berada di Depan SDN Poboya (Titik B), titik yang berada di Depan Kios Mutiara Poboya (Titik C), titik yang berada di Perumahan Vanda Land (Titik D), dan titik yang berada di depan Puskesmas Poboya (Titik E) yang merupakan jalur transportasi atau aktivitas dari kegiatan pertambangan emas yang ada di Poboya, Kota Palu. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 4 Tahun 2012 kriteria baku mutu jarak lokasi pertambangan dengan pemukiman adalah 500 meter.

b. Kriteria Obyektif

Memenuhi syarat : Jika jarak pemukiman ≥ 500 m dari pertambangan

Tidak memenuhi syarat : Jika jarak pemukiman < 500 m dari pertambangan

3. Suhu

a. Definisi Operasional

Suhu adalah suhu udara luar yang di ukur saat pengambilan sampel $PM_{2,5}$ yang berada di wilayah sekitar pertambangan emas Poboya, Kota Palu. Berdasarkan Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah No. 2 Tahun 2023 Tentang Kesehatan Lingkungan bahwa nilai suhu dan kelembaban Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dalam media udara berada pada suhu antara $20^{\circ}C$ - $30^{\circ}C$.

b. Kriteria Obyektif

Memenuhi syarat : Jika suhu berkisar antara $20^{\circ}C$ - $30^{\circ}C$.

Tidak memenuhi syarat : Jika suhu $< 20^{\circ}C$ dan $> 30^{\circ}C$

4. Kelembaban

a. Definisi Operasional

Kelembaban udara yang di ukur saat pengambilan sampel $PM_{2,5}$ yang berada di wilayah sekitar pertambangan emas Poboya, Kota

Palu. Berdasarkan Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah No. 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan bahwa nilai suhu dan kelembaban standar baku mutu kesehatan lingkungan dalam media udara berada pada kelembaban yaitu 40% - 70%.

b. Kriteria Obyektif

Memenuhi syarat : Jika kelembaban berkisar antara 40% - 70%

Tidak memenuhi syarat : Jika kelembaban $< 40\%$ dan $> 70\%$

3.4 Hipotesis Penelitian

1. Ada hubungan konsentrasi $PM_{2,5}$ terhadap penyakit *pneumonia* pada balita
2. Ada hubungan jarak pemukiman terhadap penyakit *pneumonia* pada balita
3. Ada hubungan suhu terhadap penyakit *pneumonia* pada balita
4. Ada hubungan kelembaban terhadap penyakit *pneumonia* pada balita

BAB 4

METODE PENELITIAN

4.1 Jenis Penelitian

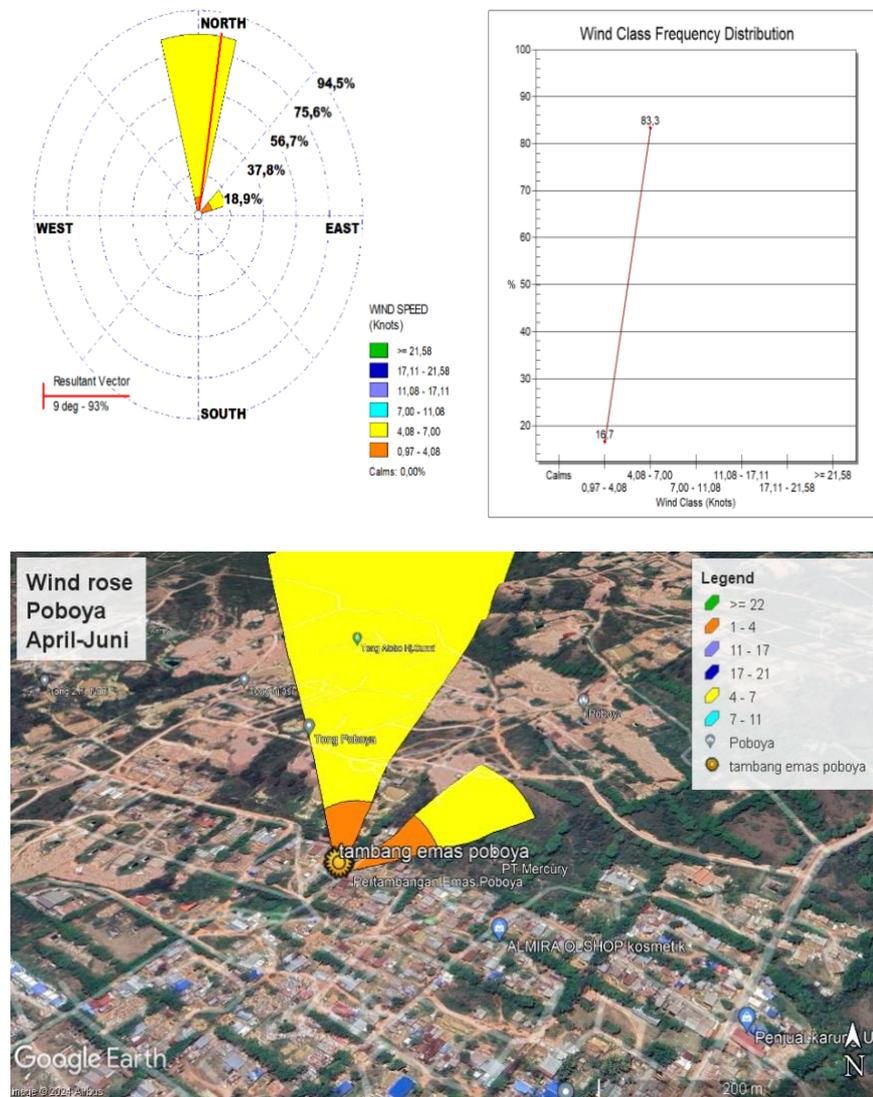
Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan menggunakan metode pendekatan *cross sectional study* dengan studi pendekatan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Penelitian *cross sectional study* adalah penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh atau hubungan variabel dependen dengan variabel independen dimana pengambilan data kedua variabel dilaksanakan dalam waktu yang bersamaan. Variabel dependen dalam penelitian ini adalah *Pneumonia* pada balita, sedangkan variabel independen adalah pajanan PM_{2,5}, jarak pemukiman, suhu dan kelembaban.

4.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

4.2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di sekitar pemukiman warga di Area Pertambangan Emas Kelurahan Poboya, Kota Palu. Lokasi yang diambil merupakan salah satu lokasi yang berpotensi untuk mengalami pajanan PM_{2,5} dimana pada pengambilan titik lokasi pertambangan berasal dari *Google Earth* yaitu “Pertambangan Emas Poboya” pada aplikasi. Pada titik lokasi sampel di ambil berdasarkan aktivitas pertambangan atau seringnya terjadi polusi udara. Pada penelitian yang akan dilakukan, penentuan lokasi pengambilan sampel PM_{2,5} diambil 5 titik lokasi yaitu Titik A di depan Masjid Baiturrahman Poboya, Titik B diambil di depan Sekolah Dasar Negeri (SDN) Poboya, Titik C diambil di depan Kios Mulia Poboya, Titik E diambil di Area Perumahan Vanda Land, dan Titik E diambil di depan Puskesmas Poboya. Lokasi dapat di lihat pada Gambar 2.2.

1. Kondisi Meteorologi/Klimatologi



Gambar 4.1. Mawar Angin (Wind Rose) April-Juni Pada Lokasi Kegiatan

Pada bulan April-Juni pada lokasi kegiatan (gambar 4.1), mawar angin (*wind rose*) dan nilai (%) distribusi kecepatan angin menguraikan bahwa kecepatan angin rata-rata 4,20 knot, dan arah angin dominan bertiup dari arah Utara dan Timur Laut berkecepatan 1,00-7,00 knot. Total frekuensi angin yang bertiup pada kecepatan 4,08-7,00 knot tersebut sebesar 83,30 %, dan total frekuensi angin yang bertiup pada kecepatan 0,97 – 4,08 knot sebesar 16,70 % (BMKG Sulteng, 2025).

4.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan bulan Mei sampai bulan Juni 2025.

4.3 Populasi dan Sampel

4.3.1 Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah balita yang terkena *pneumonia* dan tidak terkena *pneumonia* yang berada di area pertambangan emas Kelurahan Poboya, Kota Palu berjumlah 189 orang.

4.3.2 Sampel

a. Besar Sampel

Sampel pada penelitian ini adalah balita yang terkena *pneumonia* dan tidak terkena *pneumonia* yang berada di area pertambangan emas Kelurahan Poboya, Kota Palu berjumlah 189 orang.

Besar sampel dihitung menggunakan rumus Slovin, sebagai berikut:

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

Keterangan :

N = Besar populasi

n = Besar sampel

e = Margin of error yaitu 5 % (0,05)

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

$$n = \frac{189}{1 + 189(0,05)^2}$$

$$n = \frac{189}{1 + 189(0,0025)}$$

$$n = \frac{189}{1 + 0,4725}$$

$$n = \frac{189}{1,4725} = 128,35 = 128$$

Maka, besar sampel yang akan diteliti yaitu berjumlah 128 orang

b. Teknik Pengambilan Sampel (Teknik Sampling)

Pengambilan sampel lingkungan pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *Accidental Sampling* dimana pengambilan sampel dipilih berdasarkan kemudahan akses atau ketersediaan. Sampel ini sering diambil dari kelompok yang paling mudah dijangkau oleh peneliti, seperti orang-orang yang ditemui secara kebetulan di suatu tempat. Teknik ini cocok digunakan dalam situasi di mana peneliti membutuhkan data dengan cepat dan tidak memiliki banyak sumber daya untuk mengakses populasi yang lebih luas. Namun, potensi bias teknik ini cenderung tinggi, karena sampel yang dipilih berdasarkan kemudahan akses yang kemungkinan tidak representatif terhadap populasi yang lebih luas (Das, et al, 2023).

4.4 Pengumpulan, Pengolahan dan Penyajian Data

4.4.1 Pengumpulan Data

a. Data Primer

Data primer merupakan data yang berasal langsung dari subjek pengukuran/pengamatan. Pengumpulan data primer menggunakan instrumen pengumpulan data secara langsung seperti kuesioner, angket, pengukuran dengan alat ukur, pedoman wawancara, notulen FGD, dan sebagainya (Heryana, 2020). Data primer dalam penelitian ini yaitu diperoleh dari hasil pengukuran dengan alat ukur penyaring debu, pengukuran jarak rumah dari area pertambangan menggunakan *Google Earth*, dan wawancara langsung menggunakan kuesioner kepada responden.

b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang tidak didapatkan secara langsung dari sumber awal atau data tersebut telah diolah oleh instansi atau lembaga pengumpul data (Heryana, 2020). Data sekunder dalam penelitian ini di dapatkan dari laporan bulanan program pengendalian *pneumonia* di Puskesmas Kawatuna, Puskesmas Poboya tahun 2023-2025, data profil Kelurahan Poboya, Kota Palu.

4.4.2 Pengolahan Data

a. Analisis Univariat

Analisis univariat digunakan untuk mendeskripsikan data yang dilakukan pada tiap variabel dari hasil penelitian. Variabel yang di analisis dalam penelitian ini terdiri dari variabel dependen dalam penelitian ini adalah *pneumonia* pada balita, sedangkan variabel independen adalah paparan PM_{2,5}, jarak pemukiman, suhu dan kelembaban.

b. Analisis Bivariat

Analisis bivariat dilakukan untuk melihat hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen. Analisis bivariat pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui hubungan paparan PM_{2,5}, jarak rumah dari area pertambangan, dan suhu terhadap penyakit *pneumonia* pada balita di Area Pertambangan Emas Poboya, Kota Palu. Uji statistik yang digunakan pada penelitian ini adalah uji *Chi square*, dengan derajat kemaknaan $\alpha = 0,05$.

c. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)

ARKL terdiri dari 4 langkah dasar yaitu identifikasi bahaya, analisis dosis respon, analisis pemajanan, dan karakterisasi risiko. ARKL didefinisikan sebagai suatu pendekatan untuk mencermati potensi besarnya risiko yang dimulai dengan mendeskripsikan masalah lingkungan yang telah dikenal dan melibatkan penetapan risiko pada kesehatan manusia yang berkaitan dengan masalah lingkungan yang bersangkutan. Pada aplikasinya, ARKL dapat digunakan untuk memprediksi besarnya risiko dengan titik tolak dari kegiatan pembangunan yang sudah berjalan, risiko saat ini dan memprakirakan besarnya risiko di masa yang akan datang (Kemenkes, 2012).

Adapun 4 langkah dasar metode ARKL pada penelitian yang akan dilakukan, yaitu :

1. Identifikasi Bahaya

Penelitian ini dilakukan dengan mengidentifikasi pajanan PM_{2,5} yang terdapat di udara ambien yang ada di area pertambangan emas Poboya, Kota Palu.

2. Analisis Dosis Respon

Analisis dosis respon pada penelitian ini yaitu dengan mencari nilai *Rfc* dari agen risiko yaitu pajanan PM_{2,5} yang menjadi fokus ARKL. Konsentrasi referensi (*RfC*) PM_{2,5} belum tercantum dalam daftar *Integrated Risk Level Information System* (IRIS) yang diterbitkan oleh *Environmental Protection Agency* (EPA) maupun pada tabel *Minimum Risk Levels* (MRL) yang diterbitkan oleh *Agency for Toxic Substances and Disease Registry* (ATSDR). Oleh karena itu, nilai *RfC* PM_{2,5} diperoleh dari *National Ambient Air Quality Standards* (NAAQS), yaitu sebesar 35 µg/m³. Untuk perhitungan paparan risiko terhadap PM_{2,5} adalah 0,01 mg/kg/hari (Novirsa dan Achmadi, 2012).

3. Analisis pemajanan

Analisis pemajanan dilakukan dengan menghitung nilai intake inhalasi pajanan PM_{2,5} dari agen risiko. Untuk menghitung intake digunakan persamaan atau rumus yang berbeda. Data yang digunakan untuk melakukan perhitungan 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. Rumus perhitungan yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\text{Ink} = \frac{C \times R \times EF \times ED \times Dt}{BW \times AT}$$

Keterangan :

Notasi	Arti Notasi	Satuan
Ink (<i>intake</i>)	Jumlah konsentrasi agen risiko (mg) yang masuk	mg/kg/hari

	ke dalam tubuh manusia dengan berat badan tertentu (kg) setiap harinya	
C (<i>Concentration</i>)	Konsentrasi agen risiko pada media udara (udara ambien)	mg/m ³
R (Rate)	Laju inhalasi atau banyaknya volume udara yang masuk setiap jamnya	m ³ /hari
EF (<i>frecuency of exposure</i>)	Lamanya atau jumlah hari terjadinya pajanan setiap tahunnya dengan nilai standar 350	Hari/tahun
ED (<i>duration of exposure</i>)	Rata-rata durasi paparan pajanan/umur balita	Tahun
BW (<i>weight of body</i>)	Rata-rata Berat badan	Kg
AT (<i>time average</i>)	Periode waktu rata – rata untuk efek non karsinogen	Hari

4. Karakterisasi risiko

Karakterisasi risiko pada penelitian ini yaitu didapatkan dari perbandingan nilai intake dengan *Rfc*. Tingkat risiko dinyatakan dalam *Hazard Quotients* (HQ) dengan menggunakan rumus :

$$HQ = \frac{intake}{RfC}$$

Keterangan :

Notasi	Arti Notasi	Satuan
HQ	Besarnya risiko yang dinyatakan dalam angka tanpa satuan yang merupakan perhitungan	-

perbandingan antara intake dengan dosis / konsentrasi referensi dari suatu agen risiko non karsinogenik serta dapat juga diinterpretasikan sebagai aman/tidak amannya suatu agen risiko terhadap organisme, sistim, atau sub/populasi.

Intake	Jumlah konsentrasi agen risiko (mg) yang masuk ke dalam tubuh manusia dengan berat badan tertentu (kg) setiap harinya	mg/kg x hari
RfC	Dosis/konsentrasi referensi dari paparan harian agen risiko non karsinogenik.	mg/kg x hari

Pengukuran sampel paparan PM_{2,5}, suhu, dan kelembaban dilakukan selama 5 hari/ 1 jam atau pada puncak aktivitas pertambangan dengan pengambilan sampel pada 5 titik lokasi yaitu :

Titik A : Jam 08.00 – 09.00 WITA

Jam 10.00 – 11.00 WITA

Jam 12.00 – 13.00 WITA

Jam 14.00 – 15.00 WITA

Jam 16.00 – 17.00 WITA

Titik B : Jam 08.00 – 09.00 WITA

Jam 10.00 – 11.00 WITA

Jam 12.00 – 13.00 WITA

Jam 14.00 – 15.00 WITA

Jam 16.00 – 17.00 WITA

Titik C : Jam 08.00 – 09.00 WITA

Jam 10.00 – 11.00 WITA

Jam 12.00 – 13.00 WITA

Jam 14.00 – 15.00 WITA

Jam 16.00 – 17.00 WITA

Titik D : Jam 08.00 – 09.00 WITA

Jam 10.00 – 11.00 WITA

Jam 12.00 – 13.00 WITA

Jam 14.00 – 15.00 WITA

Jam 16.00 – 17.00 WITA

Titik E : Jam 08.00 – 09.00 WITA

Jam 10.00 – 11.00 WITA

Jam 12.00 – 13.00 WITA

Jam 14.00 – 15.00 WITA

Jam 16.00 – 17.00 WITA

4.4.3 Penyajian Data

Setelah data diolah maka data akan disajikan dalam bentuk tabel dan narasi.

BAB 5

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian

5.1.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

1. Keadaan Umum

Kelurahan Poboya merupakan kelurahan yang berada di wilayah Kecamatan Mantikulore, Kota Palu, Provinsi Sulawesi Tengah. Secara geografis, Kelurahan Poboya memiliki luas wilayah 140.350 hektar dengan keadaan topografi yang sebagian besar berupa pemukiman penduduk, persawahan dan pertanian. Kelurahan Poboya berbatasan dengan beberapa kelurahan lainnya yaitu :

Sebelah Utara : Kelurahan Tondo

Sebelah Selatan : Kelurahan Kawatuna

Sebelah Barat : Kelurahan Tanamodindi dan Lasoani

Sebelah Timur : Kabupaten Parigi Moutong

Berdasarkan data yang diperoleh dari Kelurahan Poboya, jumlah penduduk di wilayah ini mencapai 4.438 jiwa, dan memiliki 5 Rukun Warga (RW) dan 14 Rukun Tetangga (RT) Penduduk di Kelurahan Poboya dan menggunakan bahasa Kaili Tara sebagai bahasa sehari-hari.

Mayoritas penduduk menganut agama Islam yaitu sebanyak 4.332 jiwa, agama Kristen sebanyak 111 jiwa agama Budha sebanyak 35 jiwa, dan agama Hindu sebanyak 5 jiwa. Pekerjaan masyarakat di Kelurahan Poboya Sebagian besar bekerja sebagai Ibu Rumah Tangga (IRT) sebanyak 1.005 jiwa, Pelajar sebanyak 1.011 jiwa, Wiraswasta sebanyak 493 jiwa, Buruh Harian Lepas sebanyak 158 jiwa, TNI sebanyak 88 jiwa, Perdagangan sebanyak 48 jiwa, dan lainnya.

Pendidikan terakhir mayoritas masyarakat yang ada di Kelurahan Poboya adalah SLTA yaitu sebanyak 1.308 jiwa dan terendah yaitu S3 sebanyak 1 jiwa. Sementara itu, fasilitas kesehatan

yang tersedia di wilayah ini masih sangat terbatas yaitu hanya memiliki 2 faskes yaitu Puskesmas dan PUSTU, sehingga untuk mendapatkan pelayanan kesehatan yang lebih lengkap, masyarakat harus menuju pusat kota Palu.

Pada Kelurahan Poboya, Kota Palu terdapat lokasi pertambangan emas. Tambang emas Poboya tersebut di kelola oleh PT. Citra Palu Mineral (CPM) sebagai pemegang kontrak karya di lokasi tersebut. PT. Citra Palu Minerals, juga dikenal sebagai PT. CPM, adalah sebuah perusahaan terbatas yang didirikan berdasarkan hukum Indonesia dalam rangka Penanaman Modal Asing (PMA). Perusahaan ini memiliki Kontrak Karya Generasi VI di sektor pertambangan umum untuk bahan galian logam dasar. Kontrak ini ditandatangani oleh Menteri Pertambangan dan Energi atas nama pemerintah Republik Indonesia pada tanggal 28 April 1997 dan disetujui oleh Presiden RI berdasarkan Persetujuan Presiden Republik Indonesia Nomor B.143/Pres/3/1997, tertanggal 17 Maret 1997. PT. Citra Palu Minerals melakukan penambangan emas di Kelurahan Poboya, Kecamatan Mantikulore, Kota Palu, Sulawesi Tengah.

Lokasinya berada di bagian Timur Kota Palu, dengan batas wilayahnya di sebelah Utara adalah Kecamatan Mantikulore dan Taman Hutan Raya, di sebelah selatan adalah Kecamatan Palu Selatan, di sebelah timur adalah Taman Hutan Raya dan Kabupaten Parigi, dan di sebelah barat adalah Kecamatan Palu Timur dan Kota Palu. Umumnya, PT. Citra Palu Minerals dan sekitarnya didominasi oleh batuan metamorf seperti Formasi Palu Metamorphic Complex dan Formasi Molasa Celebes. Di sekitar lokasi penambangan, terdapat perbukitan yang menjadi ciri khas bentang alamnya. Formasi Palu Metamorphic Complex dan Formasi Molasa Celebes melingkupi area alluvium, dengan Formasi Palu Metamorphic Complex terletak di bagian barat dan Formasi Molasa Celebes di bagian timur. Batuan dalam Formasi Palu Metamorphic Complex terdiri dari Gneis dan

Sekis, serta terdapat batuan intrusi Monzilit dan Granodolit. Sementara itu, Formasi Molasa Celebes terdiri dari konglomerat, batu pasir, batu lumpur, batu gamping-koral, dan napal, yang semuanya memiliki kekerasan yang rendah. Formasi tersebut mengecil ke arah selatan namun meluas ke bagian utara (Dwijaya, 2021).

Selain PT. CPM di Kelurahan Poboya, Kota Palu juga terdapat pertambangan rakyat. Implementasi kebijakan pertambangan di wilayah Kelurahan Poboya, kecamatan Mantikulore, khususnya pertambangan rakyat berdasarkan aspek standar dan maksud kebijakan adalah adanya kebijakan berupa peraturan perundang-undangan yang dibuat oleh pemerintah terkait pengelolaan pertambangan rakyat. Kebijakan tersebut adalah Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2020, Peraturan Pemerintah Nomor 96 Tahun 2021 serta Peraturan Menteri ESDM Nomor 16 Tahun 2021 Tentang Tata Cara Pemberian Wilayah, Perizinan dan Pelaporan Pada Kegiatan Usaha Pertambangan Mineral dan Batubara. Dalam aspek ini, standar dari implementasi kebijakan adalah pedoman atau kriteria yang digunakan untuk menilai atau mengukur kualitas atau kinerja dalam pengelolaan pertambangan rakyat oleh pihak perusahaan bersama masyarakat di wilayah pertambangan rakyat Poboya.

5.1.2 Analisis Univariat

Analisis univariat dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui distribusi dan frekuensi masing-masing variabel, baik variabel bebas, variabel terikat maupun karakteristik responden. Adapun hasil univariat dalam penelitian ini yaitu:

1. Jenis Kelamin

Distribusi responden berdasarkan jenis kelamin balita di Kelurahan Poboya, Kota Palu pada penelitian ini dapat di lihat pada tabel 5.1

Tabel 5.1 Distribusi Responden Berdasarkan Jenis Kelamin Pada Balita di Kelurahan Poboya, Kota Palu

Jenis Kelamin	n	%
Laki-laki	51	39,8 %
Perempuan	77	60,2 %
Total	128	100,0 %

Sumber: Data Primer 2025

Berdasarkan Tabel 5.1 menunjukkan bahwa distribusi responden berdasarkan jenis kelamin pada Balita di Kelurahan Poboya, Kota Palu terdiri dari 51 (39,8%) laki-laki dan 77 (60,2%) perempuan.

2. Umur

Distribusi responden berdasarkan kelompok umur balita di wilayah Kelurahan Poboya, Kota Palu pada penelitian ini sebagai berikut :

Tabel 5.2 Distribusi Responden Berdasarkan Kelompok Umur Pada Balita di Kelurahan Poboya, Kota Palu

Kelompok Umur (Bulan)	n	%
< 12	35	27,3 %
12-23	40	31,3 %
24-35	32	25,0 %
36-47	16	12,5 %
48-59	5	3,9 %
Total	128	100,0 %

Sumber: Data Primer 2025

Berdasarkan Tabel 5.2 menunjukkan bahwa dari 128 responden berdasarkan kelompok umur pada balita di Kelurahan Poboya, Kota Palu didapatkan kelompok umur terbanyak yaitu dari umur 12-23 bulan sebanyak 40 (31,3%) responden, dan yang terendah dari umur 48-59 bulan sebanyak 5 (3,9%) responden.

3. *Pneumonia*

Distribusi responden berdasarkan *pneumonia* pada balita di Kelurahan Poboya, Kota Palu.

Tabel 5.3 Distribusi Responden Berdasarkan *pneumonia* Pada Balita di Kelurahan Poboya, Kota Palu

<i>Pneumonia</i>	n	%
Sakit	32	25 %
Tidak Sakit	96	75 %
Total	128	100,0 %

Sumber: Data primer 2025

Berdasarkan Tabel 5.3 menunjukkan bahwa dari 128 responden *pneumonia* (batuk berdahak, pilek, demam, napas cepat) pada balita di Kelurahan Poboya, Kota Palu dalam waktu 6 bulan terakhir didapatkan jawaban tertinggi yaitu tidak sakit dengan jumlah responden 96 balita (75%) dan terendah yaitu sakit dengan jumlah responden 32 (25%).

4. $PM_{2,5}$

Distribusi rata-rata hasil pengukuran konsentrasi $PM_{2,5}$ berdasarkan kejadian *pneumonia* pada balita di Kelurahan Poboya, Kota Palu pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 5.4, sebagai berikut:

Tabel 5.4 Distribusi Rata-Rata Hasil Pengukuran Berdasarkan Paparan PM_{2,5} Pada Balita di Kelurahan Poboya, Kota Palu

Titik Lokasi	Hari/Tanggal	Nama Lokasi dan Titik Koordinat	Waktu Pengukuran	Hasil (µg/m ³)	Baku Mutu (24 Jam)
A	Kamis, 15 Mei 2025	Masjid Baiturrahman - 0.8859284474512222, 119.90843079447885	08.00-09.00	19	55 µg/m ³
			10.00-11.00	26	
			12.00-13.00	28	
			14.00-15.00	26	
			16.00-17.00	21	
Rata-Rata				24	
B	Jum'at, 16 Mei 2025	SDN Poboya -0.8882150591886071, 119.91087110384278	08.00-09.00	14	
			10.00-11.00	18	
			12.00-13.00	22	
			14.00-15.00	23	
			16.00-17.00	16	
Rata-Rata				18,6	
C	Sabtu, 17 Mei 2025	Kios Mutiara Poboya -0.8833687997926037, 119.91244717390019	08.00-09.00	27	
			10.00-11.00	30	
			12.00-13.00	34	
			14.00-15.00	35	
			16.00-17.00	39	
Rata-Rata				33	
D	Ahad, 18 Mei 2025	Perumahan Vanda Land -0.8826362754258189, 119.90637385242393	08.00-09.00	17	
			10.00-11.00	20	
			12.00-13.00	26	
			14.00-15.00	29	
			16.00-17.00	33	
Rata-Rata				25	
E	Senin, 19 Mei 2025	Puskesmas Poboya -0.8782378200344083, 119.92341380814119	08.00-09.00	11	
			10.00-11.00	16	
			12.00-13.00	18	
			14.00-15.00	21	
			16.00-17.00	16	
Rata-Rata				16,4	

Sumber: Data Primer 2025

Berdasarkan Tabel 5.4 menunjukkan bahwa hasil pengukuran rata-rata konsentrasi PM_{2,5} pada lima titik lokasi yang ada di area tempat tinggal balita di Kelurahan Poboya, Kota Palu dari lima titik lokasi dengan lima kali pengambilan sampel didapatkan lokasi dengan hasil konsentrasi PM_{2,5} tertinggi di area Kios Mutiara Poboya sebesar 33 µg/Nm³ dan lokasi dengan hasil konsentrasi terendah berada di area Puskesmas Poboya sebesar 16,4 µg/Nm³ dimana semuanya memenuhi syarat atau dibawah nilai baku mutu.

Berdasarkan hasil analisis univariat variabel independen $PM_{2,5}$ di Area Pertambangan Emas Kelurahan Poboya, Kota Palu pada penelitian ini dapat dilihat pada table 5.5, sebagai berikut:

Tabel 5.5 Distribusi Hasil Analisis Berdasarkan Paparan $PM_{2,5}$ Pada Balita di Kelurahan Poboya, Kota Palu

$PM_{2,5}$	n	%
Memenuhi Syarat	128	100 %
Tidak Memenuhi Syarat	0	0 %
Total	128	100,0 %

Sumber: Data Primer 2025

Berdasarkan Tabel 5.5 menunjukkan bahwa jumlah pajanan $PM_{2,5}$ yang terdapat pada area tempat tinggal balita di Kelurahan Poboya, Kota Palu dari 128 responden didapatkan jawaban tertinggi yaitu memenuhi syarat yaitu 128 area tempat tinggal responden (100%).

5. Jarak Pemukiman

Berdasarkan variabel independen jarak pemukiman di Area Pertambangan Emas Kelurahan Poboya, Kota Palu pada penelitian ini dapat dilihat pada table 5.6 sebagai berikut:

Tabel 5.6 Distribusi Responden Berdasarkan Jarak Pemukiman Pada Balita di Kelurahan Poboya, Kota Palu

Jarak Pemukiman	n	%
Memenuhi Syarat	68	53,1 %
Tidak Memenuhi Syarat	60	46,9 %
Total	128	100,0 %

Sumber: Data Primer 2025

Berdasarkan Tabel 5.6 menunjukkan bahwa jarak pemukiman yang terdapat pada area tempat tinggal balita dengan lokasi pertambangan di Kelurahan Poboya, Kota Palu dari 128 responden di dapatkan jawaban tertinggi yaitu memenuhi syarat yaitu 68 responden (53,1%) dan jawaban terendah tidak memenuhi syarat yaitu 60 responden (46,9%).

6. Suhu Udara

Distribusi rata-rata hasil pengukuran suhu udara berdasarkan kejadian *pneumonia* pada balita di Kelurahan Poboya, Kota Palu pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 5.7, sebagai berikut:

Tabel 5.7 Distribusi Rata-Rata Hasil Pengukuran Berdasarkan Suhu Pada Balita di Kelurahan Poboya, Kota Palu

Titik Lokasi	Hari/Tanggal	Nama Lokasi dan Titik Koordinat	Waktu Pengukuran	Hasil ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Baku Mutu (24 Jam)
A	Kamis, 15 Mei 2025	Masjid Baiturrahman -0.8859284474512222, 119.90843079447885	08.00-09.00	28,4	20°C - 30°C
			10.00-11.00	29,3	
			12.00-13.00	32	
			14.00-15.00	31	
			16.00-17.00	30	
Rata-Rata				30	
B	Jum'at, 16 Mei 2025	SDN Poboya -0.8882150591886071, 119.91087110384278	08.00-09.00	30	20°C - 30°C
			10.00-11.00	31	
			12.00-13.00	31,4	
			14.00-15.00	29,8	
			16.00-17.00	29,2	
Rata-Rata				30	
C	Sabtu, 17 Mei 2025	Kios Mutiara Poboya -0.8833687997926037, 119.91244717390019	08.00-09.00	28,5	20°C - 30°C
			10.00-11.00	31,4	
			12.00-13.00	33,9	
			14.00-15.00	32,7	
			16.00-17.00	30	
Rata-Rata				31	
D	Ahad, 18 Mei 2025	Perumahan Vanda Land -0.8826362754258189, 119.90637385242393	08.00-09.00	30	20°C - 30°C
			10.00-11.00	31	
			12.00-13.00	33	
			14.00-15.00	30,6	
			16.00-17.00	29,7	
Rata-Rata				31	
E	Senin, 19 Mei 2025	Puskesmas Poboya -0.8782378200344083, 119.92341380814119	08.00-09.00	29,7	20°C - 30°C
			10.00-11.00	30	
			12.00-13.00	30,6	
			14.00-15.00	29,4	
			16.00-17.00	28,9	
Rata-Rata				30	

Sumber: Data Primer 2025

Berdasarkan Tabel 5.7 menunjukkan bahwa hasil pengukuran rata-rata suhu luar pada lima titik lokasi yang ada di area tempat tinggal balita di Kelurahan Poboya, Kota Palu dari lima titik lokasi dengan lima kali pengambilan sampel didapatkan lokasi dengan hasil rata-rata suhu tertinggi dan melewati nilai baku mutu berada di area Kios Mutiara Poboya sebesar 31°C dan Perumahan Vanda Land

sebesar 31°C dan lokasi dengan hasil konsentrasi terendah yang memenuhi standar nilai baku mutu berada di area Masjid Baiturrahman, SDN Poboya, dan Puskesmas Poboya, sebesar 30°C.

Berdasarkan hasil analisis univariat variabel independen suhu udara di Area Pertambangan Emas Kelurahan Poboya, Kota Palu pada penelitian ini dapat dilihat pada table 5.8 sebagai berikut:

Tabel 5.8 Distribusi Responden Berdasarkan Suhu Udara Pada Balita di Kelurahan Poboya, Kota Palu

Suhu	n	%
Memenuhi Syarat	68	53,1 %
Tidak Memenuhi Syarat	60	46,9 %
Total	128	100,0 %

Sumber: Data Primer 2025

Berdasarkan Tabel 5.8 menunjukkan bahwa suhu udara yang terdapat pada area tempat tinggal balita di Kelurahan Poboya, Kota Palu dari 128 responden di dapatkan jawaban tertinggi yaitu memenuhi syarat yaitu 68 responden (53,1%) dan jawaban terendah tidak memenuhi syarat yaitu 60 responden (46,9%).

7. Kelembaban

Distribusi rata-rata hasil pengukuran kelembaban udara berdasarkan kejadian *pneumonia* pada balita di Kelurahan Poboya, Kota Palu pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 5.9, sebagai berikut:

Tabel 5.9 Distribusi Rata-Rata Hasil Pengukuran Berdasarkan Kelembaban Pada Balita di Kelurahan Poboya, Kota Palu

Titik Lokasi	Hari/Tanggal	Nama Lokasi dan Titik Koordinat	Waktu Pengukuran	Hasil ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Baku Mutu (24 Jam)
A	Kamis, 15 Mei 2025	Masjid Baiturrahman -0.8859284474512222, 119.90843079447885	08.00-09.00	67,3	
			10.00-11.00	65,7	
			12.00-13.00	59,6	
			14.00-15.00	58,9	
			16.00-17.00	67,7	
Rata-Rata				63,84	
B	Jum'at, 16 Mei 2025	SDN Poboya -0.8882150591886071, 119.91087110384278	08.00-09.00	70,9	
			10.00-11.00	64,7	
			12.00-13.00	62,7	
			14.00-15.00	66,1	
			16.00-17.00	72,5	
Rata-Rata				67,38	
C	Sabtu, 17 Mei 2025	Kios Mutiara Poboya -0.8833687997926037, 119.91244717390019	08.00-09.00	69,9	40% - 70%
			10.00-11.00	58,3	
			12.00-13.00	66,8	
			14.00-15.00	72,6	
			16.00-17.00	74,8	
Rata-Rata				68,48	
D	Ahad, 18 Mei 2025	Perumahan Vanda Land -0.8826362754258189, 119.90637385242393	08.00-09.00	78,6	
			10.00-11.00	76,9	
			12.00-13.00	60,1	
			14.00-15.00	65,5	
			16.00-17.00	68,8	
Rata-Rata				70	
E	Senin, 19 Mei 2025	Puskesmas Poboya -0.8782378200344083, 119.92341380814119	08.00-09.00	76,2	
			10.00-11.00	73,2	
			12.00-13.00	72,8	
			14.00-15.00	73,4	
			16.00-17.00	77,5	
Rata-Rata				74,62	

Sumber: Data Primer 2025

Berdasarkan Tabel 5.9 menunjukkan bahwa hasil pengukuran rata-rata kelembaban luar pada lima titik lokasi yang ada di area tempat tinggal balita di Kelurahan Poboya, Kota Palu dari lima titik lokasi dengan lima kali pengambilan sampel didapatkan lokasi dengan hasil rata-rata kelembaban tertinggi dan melewati nilai baku mutu berada di area Puskesmas Poboya sebesar 74,6% dan lokasi dengan hasil konsentrasi terendah yang memenuhi standar nilai baku mutu berada di area Masjid Baiturrahman sebesar 63,8%, SDN Poboya sebesar 67,8%, Kios Mutiara sebesar 68,5% dan Perumahan Vanda Land sebesar 70%.

Berdasarkan hasil analisis univariat variabel independen kelembaban di Area Pertambangan Emas Kelurahan Poboya, Kota Palu pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 5.10 sebagai berikut:

Tabel 5.10 Distribusi Responden Berdasarkan Kelembaban Pada Balita di Kelurahan Poboya, Kota Palu

Kelembaban	n	%
Memenuhi Syarat	90	70,3 %
Tidak Memenuhi Syarat	38	29,7 %
Total	128	100,0 %

Sumber: Data Primer 2025

Berdasarkan Tabel 5.10 menunjukkan bahwa kelembaban yang terdapat pada area tempat tinggal balita di Kelurahan Poboya, Kota Palu dari 128 responden di dapatkan jawaban tertinggi yaitu memenuhi syarat yaitu 90 responden (70,3%) dan jawaban terendah tidak memenuhi syarat yaitu 38 responden (29,7%).

5.1.3 Analisis Bivariat

Analisis bivariat bertujuan untuk mengetahui pengaruh antara variabel bebas pajanan $PM_{2,5}$, jarak pemukiman, suhu, dan kelembaban dengan variabel terikat yaitu *pneumonia* pada balita. Uji statistik yang digunakan adalah uji *chi-square* dimana tingkat kemaknaanya adalah 95%. Berikut adalah hasil analisis pajanan $PM_{2,5}$, jarak pemukiman, suhu, dan kelembaban dengan variabel terikat yaitu *pneumonia* pada balita di Area Pertambangan Emas Kelurahan Poboya, Kota Palu.

1. Hubungan Pajanan $PM_{2,5}$ Terhadap Penyakit *Pneumonia* Pada Balita

Berdasarkan hasil analisis hubungan $PM_{2,5}$ terhadap penyakit *pneumonia* di Area Pertambangan Emas Kelurahan Poboya, Kota Palu pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 5.11, sebagai berikut:

Tabel 5.11 Hubungan PM_{2,5} Terhadap Penyakit *Pneumonia* Pada Balita di Kelurahan Poboya, Kota Palu

PM _{2,5}	Gejala <i>Pneumonia</i>				Total		P
	Sakit		Tidak Sakit		n	%	
	n	%	n	%			
Memenuhi Syarat	32	25	96	75	128	100	
Tidak Memenuhi Syarat	0	0	0	0	0	0	-
Total	32	25	96	75	128	100,0	

Sumber : Data Primer 2025

Tabel 5.11 menunjukkan bahwa balita yang memenuhi syarat NAB PM_{2,5} berdasarkan PP No. 2 Tahun 2023 selama 24 jam yaitu 55µm/m³ yang di diagnosis memiliki gejala *pneumonia* sebanyak 32 responden (25%) dan 96 responden (75%) yang di diagnosis tidak sakit *pneumonia*. Sedangkan balita yang tidak memenuhi syarat NAB PM_{2,5} yang di diagnosis gejala *pneumonia* dan tidak *pneumonia* sebanyak 0 responden (0%).

Berdasarkan hasil uji *chi-Square* terhadap hubungan antara PM_{2,5} dengan kejadian *pneumonia* pada balita, tidak terdapat nilai *chi-square* karena variabel PM_{2,5} memiliki satu kategori dengan nilai yang sama pada seluruh responden, sehingga tidak terdapat variasi data untuk melakukan uji *chi-square* antar variabel yaitu seluruh responden memenuhi syarat sebanyak 128 responden (100%).

2. Hubungan Jarak Pemukiman Terhadap Penyakit *Pneumonia* Pada Balita

Berdasarkan hasil analisis hubungan jarak pemukiman terhadap penyakit *pneumonia* di Area Pertambangan Emas Kelurahan Poboya, Kota Palu pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 5.12, sebagai berikut:

Tabel 5.12 Hubungan Jarak Pemukiman Terhadap Penyakit *Pneumonia* Pada Balita di Kelurahan Poboya, Kota Palu

Jarak Pemukiman	Gejala <i>Pneumonia</i>				Total		<i>P</i>
	Sakit		Tidak Sakit		n	%	
	n	%	n	%			
Memenuhi Syarat	18	14,1	50	39,1	68	53,1	0,838
Tidak Memenuhi Syarat	14	10,9	46	35,9	60	46,9	
Total	32	25	96	75	128	100,0	

Sumber : Data Primer 2025

Tabel 5.12 menunjukkan bahwa balita yang memenuhi syarat jarak pemukiman tempat tinggal balita ke area pertambangan yang di diagnosis memiliki gejala *pneumonia* sebanyak 18 responden (14,1%) dan 50 responden (39,1%) yang di diagnosis tidak sakit *pneumonia*. Sedangkan balita yang tidak memenuhi syarat jarak pemukiman tempat tinggal balita ke area pertambangan yang di diagnosis gejala *pneumonia* sebanyak 14 responden (10,9%) dan tidak *pneumonia* sebanyak 46 responden (35,9%).

Berdasarkan hasil uji *chi-square* terhadap hubungan antara jarak pemukiman dengan kejadian *pneumonia* pada balita, diperoleh $p = 0,838$ karena nilai ($p > 0,05$) maka H_0 pada penelitian ini diterima dan H_1 ditolak yang artinya tidak ada hubungan signifikan antara jarak pemukiman dengan kejadian *pneumonia* pada balita,

3. Hubungan Suhu Terhadap Penyakit *Pneumonia* Pada Balita

Berdasarkan hasil analisis hubungan suhu udara terhadap penyakit *pneumonia* di Area Pertambangan Emas Kelurahan Poboya, Kota Palu pada penelitian ini dapat dilihat pada table 5.13, sebagai berikut:

Tabel 5.13 Hubungan Suhu Terhadap Penyakit *Pneumonia* Pada Balita di Kelurahan Poboya, Kota Palu

Suhu	Gejala <i>Pneumonia</i>				Total		P
	Sakit		Tidak Sakit		n	%	
	n	%	n	%			
Memenuhi Syarat	18	14,1	50	39,1	68	53,1	0,838
Tidak Memenuhi Syarat	14	10,9	46	35,9	60	46,9	
Total	32	25	96	75	128	100,0	

Sumber : Data Primer 2025

Tabel 5.13 menunjukkan bahwa balita yang memenuhi syarat baku mutu suhu udara berdasarkan PP No. 2 Tahun 2023 di area pertambangan yang di diagnosis memiliki gejala *pneumonia* sebanyak 18 responden (14,1%) dan 50 responden (39,1%) yang di diagnosis tidak sakit *pneumonia*. Sedangkan balita yang tidak memenuhi syarat baku mutu suhu udara di area pertambangan yang di diagnosis gejala *pneumonia* sebanyak 14 responden (10,9%) dan tidak *pneumonia* sebanyak 46 responden (35,9%).

Berdasarkan hasil uji *chi-square* terhadap hubungan antara jarak pemukiman dengan kejadian *pneumonia* pada balita, diperoleh $p = 0,838$ karena nilai ($p > 0,05$) maka H_0 pada penelitian ini diterima dan H_1 ditolak yang artinya tidak ada hubungan signifikan antara jarak pemukiman dengan kejadian *pneumonia* pada balita,

4. Hubungan Kelembaban Terhadap Penyakit *Pneumonia* Pada Balita

Berdasarkan hasil analisis hubungan kelembaban terhadap penyakit *pneumonia* di Area Pertambangan Emas Kelurahan Poboya, Kota Palu pada penelitian ini dapat dilihat pada table 5.14, sebagai berikut:

Tabel 5.14 Hubungan Kelembaban Terhadap Penyakit *Pneumonia* Pada Balita di Kelurahan Poboya, Kota Palu

Kelembaban	Gejala <i>Pneumonia</i>				Total		P
	Sakit		Tidak Sakit		n	%	
	n	%	n	%			
Memenuhi Syarat	20	15,6	70	54,7	90	70,3	0,372
Tidak Memenuhi Syarat	12	9,4	26	20,3	38	29,7	
Total	32	25	96	75	128	100,0	

Sumber : Data Primer 2025

Tabel 5.14 menunjukkan bahwa balita yang memenuhi syarat baku mutu kelembaban udara berdasarkan PP No. 2 Tahun 2023 di area pertambangan yang di diagnosis memiliki gejala *pneumonia* sebanyak 20 responden (15,6%) dan 70 responden (54,7%) yang di diagnosis tidak sakit *pneumonia*. Sedangkan balita yang tidak memenuhi syarat baku mutu kelembaban udara di area pertambangan yang di diagnosis gejala *pneumonia* sebanyak 12 responden (9,4%) dan tidak *pneumonia* sebanyak 26 responden (20,3%).

Berdasarkan hasil uji *chi-square* terhadap hubungan antara jarak pemukiman dengan kejadian *pneumonia* pada balita, diperoleh $p = 0,372$ karena nilai ($p > 0,05$) maka H_0 pada penelitian ini diterima dan H_1 ditolak yang artinya tidak ada hubungan signifikan antara jarak pemukiman dengan kejadian *pneumonia* pada balita,

5.1.4 Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)

Pendekatan analisis risiko kesehatan lingkungan digunakan untuk mengukur potensi risiko paparan $PM_{2,5}$ terhadap balita di Area Pertambangan Emas Kelurahan Poboya, Kota Palu. Dengan menggunakan rumus :

$$\text{Intake} = \frac{C \times R \times EF \times ED}{BW \times AT} \text{ mg/kg/hari}$$

Dimana,

$$C = 23,4 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 0,0234 \text{ mg}/\text{m}^3$$

$$R = 8 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$EF = (350/\text{hari}/\text{tahun})$$

$$ED = 1,6 \text{ Tahun}$$

$$BW = 10,3 \text{ kg}$$

$$AT = ED \times 365 \text{ hari} = 584 \text{ hari}$$

Maka.

$$\text{Ink} = \frac{C \times R \times EF \times ED}{BW \times AT} \text{ mg}/\text{kg}/\text{hari}$$

$$\text{Ink} = \frac{0,0234 \times 8 \times 350 \times 1,6}{10,3 \times 584}$$

$$\text{Ink} = \frac{104,832}{6.015,2}$$

$$\text{Intake} = 0,017427 \text{ mg}/\text{kg}/\text{hari}$$

Menghitung nilai *Hazard Quotient* (HQ), menggunakan rumus :

$$HQ = \frac{\text{Intake}}{\text{RfC}}$$

Keterangan :

$$\text{Intake} = 0,017427 \text{ mg}/\text{kg}/\text{hari}$$

$$\text{RfC} = 0,01 \text{ mg}/\text{kg}/\text{hari}$$

Maka,

$$HQ = \frac{\text{intake}}{\text{RfC}}$$

$$HQ = \frac{0,017427}{0,01} \text{ mg}/\text{kg}/\text{hari}$$

$$HQ = 1,7427$$

Berdasarkan hasil risiko analisis Kesehatan lingkungan, diperoleh nilai intake sebesar 0,017427 mg/kg/hari dan nilai HQ yaitu 1,7427 menunjukkan bahwa paparan PM_{2,5} pada balita melebihi nilai ambang batas yaitu (HQ>1). Hal ini menyatakan bahwa adanya potensi risiko

Kesehatan yang di akibatkan oleh paparan PM_{2,5} di Area Pertambangan Emas Kelurahan Poboya, Kota Palu.

5.2 Pembahasan

5.2.1 Hubungan Konsentrasi PM_{2,5} Terhadap Penyakit *Pneumonia* Pada Balita

Hubungan konsentrasi PM_{2,5} terhadap *pneumonia* pada balita menunjukkan bahwa paparan partikel halus PM_{2,5} dapat berkontribusi signifikan terhadap peningkatan risiko infeksi saluran pernapasan akut termasuk *pneumonia*. PM_{2,5} dapat menembus saluran pernapasan hingga alveoli, menyebabkan inflamasi dan melemahkan sistem imun lokal sehingga mempermudah terjadinya infeksi (Utami F, 2025)

Berdasarkan hasil analisis bivariat pada penelitian ini menunjukkan bahwa hasil paparan PM_{2,5} pada semua responden memenuhi syarat Nilai Ambang Batas (NAB) berdasarkan PP No. 2 Tahun 2021 sebesar 55 µg/m³ dalam 24 jam. Rata-rata nilai pajanan PM_{2,5} pada hasil penelitian ini dalam 24 jam sebesar 23,4 µg/m³. Hal ini menunjukkan bahwa PM_{2,5} tidak memiliki variasi kategorik variabel, sehingga tidak memiliki nilai analisis uji *chi-square*. Dengan demikian hasil penelitian ini menyatakan bahwa tidak dapat di analisis secara statistik. Berdasarkan hasil deskriptif menyatakan bahwa kelompok balita yang terpapar PM_{2,5} dengan riwayat memiliki gejala *pneumonia* sebanyak 32 balita (25%) dan tidak memiliki gejala *pneumonia* sebanyak 96 balita (75%). Peristiwa ini dapat terjadi dan disebabkan karena beberapa faktor pada kondisi tempat tinggal balita yaitu kondisi tempat tinggal yang berada di kawasan dataran tinggi, suhu yang rendah dan sering hujan, penanaman pohon yang memadai dan pemeliharannya yang terjaga serta menjaga sirkulasi udara dapat mendukung kualitas udara tetap terjaga dengan baik dan sehat, serta penanganan aktivitas pertambangan yang benar, dan hal mendukung lainnya.

Pola arah dan kecepatan angin juga berperan penting dalam penyebaran konsentrasi PM_{2,5} di sekitar area pertambangan. Hasil mawar

angin menunjukkan dominasi tiupan dari arah Utara dan Timur Laut dengan kecepatan rata-rata 4,20 knot. Kondisi ini mengindikasikan bahwa pemukiman yang berada pada arah sebaran angin berpotensi menerima paparan partikel lebih tinggi dibandingkan wilayah lain. Meskipun hasil uji statistik menunjukkan tidak adanya hubungan signifikan antara jarak pemukiman dan *pneumonia* pada balita, distribusi arah angin tetap dapat memengaruhi pola sebaran polutan sehingga berkontribusi pada potensi risiko kesehatan jangka panjang. Dengan demikian, arah angin dapat menjadi pertimbangan faktor lingkungan hubungan antara konsentrasi PM_{2.5} dan kejadian *pneumonia* pada balita.

Penelitian yang dilakukan oleh Shofi Nilamsari dan Ari Rahmawati Putri (2022) di Desa Tropodo, Sidoarjo. Dalam studi tersebut, meskipun dilakukan analisis terhadap beberapa aspek lingkungan fisik tempat tinggal, termasuk paparan PM_{2.5}, ditemukan bahwa paparan PM_{2.5} tidak memiliki hubungan yang signifikan terhadap kasus pneumonia pada anak balita ($p > 0,05$). Sebaliknya, variabel-variabel lain seperti luas ventilasi, perilaku membersihkan rumah, penggunaan obat nyamuk, dan adanya sekat dapur justru terbukti berhubungan secara signifikan dengan kejadian pneumonia ($p < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa faktor-faktor dalam lingkungan fisik rumah tangga dan kebiasaan hidup sehari-hari lebih berkontribusi terhadap risiko pneumonia dibandingkan dengan eksposur partikulat halus (PM_{2.5}) secara langsung. Dengan demikian, temuan dalam penelitian ini memperkuat hasil studi Nilamsari & Putri, bahwa pencegahan *pneumonia* pada balita lebih efektif difokuskan pada pengendalian kondisi lingkungan fisik rumah tangga, seperti peningkatan ventilasi dan pengurangan polutan dalam ruangan, dibandingkan hanya mengandalkan pengukuran kualitas udara luar (Nilamsari & Putri, 2022)

Dukungan terhadap temuan ini juga diperkuat oleh studi yang dilakukan oleh Nikmah, Qadrijati, dan Rahardjo (2017) di Karanganyar, Jawa Tengah. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa paparan asap

dalam ruangan (indoor smoke exposure) merupakan faktor risiko signifikan yang meningkatkan kejadian pneumonia pada anak balita ($p < 0,001$), sementara lingkungan rumah yang baik, perilaku hidup sehat, dan status gizi yang baik justru menurunkan risikonya secara signifikan. Meskipun tidak secara langsung meneliti $PM_{2,5}$ dari udara luar, studi tersebut menegaskan pentingnya kondisi udara dalam ruangan, yang juga mengandung partikulat halus dari pembakaran domestik, sebagai penentu utama dalam kejadian pneumonia (Nikmah, 2017).

Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Amelia & Marita (2023) melaporkan bahwa penggunaan kayu bakar dan obat nyamuk serta paparan asap rokok di rumah bermakna ($p < 0,05$) berhubungan dengan *pneumonia* pada balita. Untuk memperkuat bukti, hasil penelitian lain menyimpulkan bahwa penggunaan bahan bakar padat sebagai proxy $PM_{2,5}$ memiliki hubungan yang signifikan terhadap *pneumonia* pada balita seperti di negara yang berpendapatan rendah sampai menengah. Berdasarkan data *World Health Organization* dalam *Household air pollution and health* (2018) menunjukkan bahwa polusi udara dalam rumah bertanggung jawab atas 50% kematian *pneumonia* pada anak secara global (Amelia & Marita, 2023)

5.2.2 Hubungan Jarak Pemukiman Terhadap Penyakit *Pneumonia* Pada Balita

Hubungan jarak pemukiman dengan *pneumonia* pada balita mengindikasikan bahwa kedekatan pemukiman dengan sumber polusi atau daerah padat dapat meningkatkan paparan terhadap polutan seperti $PM_{2,5}$ sehingga risiko *pneumonia* meningkat. Kondisi jarak yang sempit juga dapat memperburuk sirkulasi udara di lingkungan rumah, meningkatkan akumulasi polutan (Ernyasih, 2018).

Berdasarkan hasil analisis bivariat pada penelitian ini menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan jarak pemukiman terhadap penyakit *pneumonia* pada balita dengan nilai ($p = 0,838$) dimana ($p > 0,05$) H_0 diterima dan H_1 ditolak. Hasil penelitian ini tidak

menunjukkan hubungan yang signifikan antara variabel jarak pemukiman dan *pneumonia* pada balita. Hal ini terjadi karena jarak rumah tempat tinggal balita ke area pertambangan yang memenuhi syarat jarak lokasi tambang ke pemukiman masyarakat yaitu >500m berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 4 Tahun 2012 yaitu >500m, selain itu faktor lainnya dapat terjadi apabila lingkungan dan kondisi rumah balita yang sesuai standar dan memiliki ventilasi yang baik dan tidak terpapar polutan udara seperti asap rokok, pembakaran sampah, asap pembakaran kayu bakar arah dan kecepatan angin, kondisi topografi, serta pola aktivitas masyarakat, yang berperan dalam menentukan distribusi paparan polutan di lingkungan pemukiman dan faktor lainnya yang dapat menyebabkan terjadinya polutan atau paparan PM_{2,5} pada balita..

Hasil penelitian ini di dukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Gananda Prajadiva dan Yustini Ardillah (2021) menekankan pentingnya kondisi lingkungan fisik dalam rumah tangga sebagai determinan utama kejadian *pneumonia* pada balita, khususnya di wilayah kumuh seperti pinggiran Sungai Musi. Dalam konteks ini, jarak pemukiman terhadap sumber polusi eksternal, seperti sungai yang tercemar atau kawasan padat penduduk, tidak terbukti secara signifikan berkorelasi dengan meningkatnya kejadian *pneumonia*. Penelitian ini mengarahkan perhatian pada fakta bahwa kualitas lingkungan mikro di dalam rumah memiliki pengaruh yang lebih nyata terhadap kesehatan pernapasan anak-anak, dibandingkan faktor eksternal seperti lokasi geografis rumah.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 10 variabel lingkungan fisik yang dianalisis, terdapat 7 variabel yang memiliki hubungan signifikan dengan *pneumonia* pada balita. Ketujuh variabel tersebut adalah: luas ventilasi, pencahayaan alami, suhu ruangan, kelembaban udara, kepadatan hunian, riwayat pemberian ASI eksklusif, dan keberadaan anggota keluarga yang merokok. Di antara semua variabel tersebut, pencahayaan alami menjadi faktor risiko paling dominan,

dengan nilai odds ratio (OR) sebesar 10,165, yang berarti balita yang tinggal di rumah dengan pencahayaan buruk memiliki risiko lebih dari 10 kali lipat untuk terkena pneumonia. Ini menunjukkan bahwa sinar matahari dan pencahayaan yang cukup berperan penting dalam menekan pertumbuhan mikroorganisme patogen di dalam rumah (Faisal, Irwandi, Aprilia, Suharni, & Efriza, 2024).

Sebagai pembandingan, peneliti lainnya yang dilakukan Rauf, Amraeni, dan Ali (2021) memiliki hasil penelitian risiko paparan PM_{2.5} pada masyarakat yang tinggal di sekitar area tambang nikel di Kabupaten Kolaka, Sulawesi Tenggara bahwa konsentrasi PM_{2.5} rata-rata mencapai 68,8 µg/Nm³ pada pemukiman terdekat. Analisis Risk Quotient (RQ) menunjukkan bahwa paparan jangka pendek (5 tahun) masih berada di bawah ambang risiko (RQ < 1), namun paparan jangka panjang (30 tahun) menghasilkan nilai RQ > 1, yang berarti berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan serius, termasuk penyakit paru obstruktif kronis (PPOK) dan pneumonia. Hal ini menyatakan bahwa hubungan jarak pemukiman dengan *pneumonia* yang tidak memenuhi syarat dari peraturan lokasi aman pertambangan dari pemukiman masyarakat dapat menyebabkan adanya potensi pada polutan dan mengancam kesehatan pernapasan pada masyarakat.

5.2.3 Hubungan Suhu Terhadap Penyakit *Pneumonia* Pada Balita

Suhu lingkungan dapat memiliki hubungan signifikan dengan kejadian *pneumonia* pada balita, di mana suhu ruangan yang terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat mengganggu keseimbangan fisiologis dan imunitas tubuh, membuat balita lebih rentan mengalami infeksi saluran pernapasan (Laliyanto, 2021).

Berdasarkan hasil analisis bivariat pada penelitian ini menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan antara suhu udara terhadap penyakit *pneumonia* pada balita dengan nilai ($p = 0,838$) dimana ($p > 0,05$) H_0 diterima dan H_1 ditolak. Hasil penelitian ini tidak menunjukkan hubungan yang signifikan antara variabel. Berdasarkan

hasil penelitian ini tidak terdapat hubungan antara suhu udara terhadap penyakit *pneumonia* pada balita. Suhu yang rendah dan kelembaban yang tinggi dapat mempengaruhi hasil nilai paparan PM_{2,5}. Berdasarkan kondisi lingkungan tempat tinggal balita yang berada di Area Pertambangan Emas Poboja, Kota Palu seringkali mengalami suhu yang rendah dan kelembaban yang tinggi. Hal ini terjadi karena lokasi tempat tinggal yang berada di dataran tinggi dan meskipun terjadi peningkatan suhu, hanya terdapat sedikitnya pengaruh pada hasil paparan mengingat kondisi cuaca yang sering hujan pada lokasi tersebut. Paparan PM_{2,5} yang dihasilkan dengan pengukuran selama 24 jam hanya sebagai indikator terjadinya paparan pada balita dalam jangka pendek. Salah satu kemungkinan penyebabnya adalah adanya peran arah angin yang lebih dominan dalam mendistribusikan konsentrasi PM_{2,5}, sehingga faktor suhu lingkungan menjadi kurang terlihat pengaruhnya terhadap pola paparan polutan. Dengan demikian, distribusi polutan yang terbawa angin dapat berperan sebagai faktor lingkungan yang lebih menentukan dibandingkan variabilitas suhu.

Temuan ini juga menunjukkan bahwa meskipun suhu sering dianggap sebagai salah satu indikator kenyamanan termal di dalam rumah, dalam konteks penelitian ini suhu bukanlah faktor dominan yang menyebabkan *pneumonia*. Hasil ini mengindikasikan bahwa faktor lain yang lebih spesifik atau kompleks dalam lingkungan rumah tangga, seperti kelembaban udara, pencahayaan, ventilasi, atau kepadatan hunian, dapat memiliki pengaruh yang lebih nyata terhadap risiko infeksi saluran pernapasan bawah pada anak-anak (Hazainudin, Sari, & Joegijantoro, 2023).

Pernyataan ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan Connerton P (2020). Di Indonesia, kasus pneumonia pada anak menurun sebesar 39,42% dari tahun 2017 (511.434 kasus) hingga 2020 (309.838 kasus) selama pandemi COVID-19, dengan penurunan angka kematian sebesar 47,06%. Kualitas udara luar memburuk sebesar 51,64% sebelum

pandemi (2017–2019), tetapi membaik secara signifikan pada tahun 2020. Sebaliknya, suhu, dan curah hujan, yang menurun sebelum 2017–2019, meningkat tajam pada tahun 2020, dengan curah hujan mencapai 524 mm dan suhu naik sebesar 0,7°C dibandingkan tahun 2019. Hal ini menyatakan bahwa suhu yang rendah dan peningkatan curah hujan yang diamati selama periode yang sama dapat berperan dalam mengurangi kasus *pneumonia*. Suhu yang lebih rendah dapat menghambat kelangsungan hidup dan penularan patogen tertentu yang dapat menyebabkan pneumonia. Selain itu, peningkatan curah hujan bisa membantu membersihkan udara dari polutan, sehingga meningkatkan kualitas udara secara keseluruhan dan akibatnya mengurangi gejala pneumonia.

Namun demikian, temuan ini tidak sepenuhnya selaras dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Laliyanto, Nurjazuli, dan Suhartono (2022). Penelitian yang dilaksanakan di Sleman, Yogyakarta tersebut menyatakan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara suhu di dalam ruang balita dengan kejadian *pneumonia*, dengan nilai $p = 0,04$ yang artinya, balita yang tinggal di ruangan dengan suhu tidak sesuai standar kesehatan memiliki risiko tiga kali lebih tinggi terkena *pneumonia* dibandingkan mereka yang tinggal di ruangan bersuhu layak. Hal ini mengindikasikan bahwa suhu ruang yang terlalu rendah atau tinggi dapat berdampak pada daya tahan tubuh balita, yang pada akhirnya meningkatkan risiko infeksi pernapasan.

5.2.4 Hubungan Kelembaban Terhadap Penyakit *Pneumonia* Pada Balita

Kelembaban udara juga berperan dalam kejadian *pneumonia* pada balita. Kelembaban yang rendah dapat menyebabkan iritasi saluran pernapasan dan menurunkan efektifitas pertahanan tubuh, sedangkan kelembaban tinggi mendukung pertumbuhan mikroorganisme patogen yang dapat memicu infeksi (Utami dan Windaswara, 2019)

Berdasarkan hasil analisis bivariat pada penelitian ini menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan antara kelembaban

terhadap penyakit *pneumonia* pada balita dengan nilai ($p = 0,372$) dimana ($p > 0,05$) H_0 diterima dan H_1 ditolak. Hasil penelitian ini tidak menunjukkan hubungan yang signifikan antara variabel. Suhu yang rendah dan kelembaban yang tinggi dapat mempengaruhi hasil nilai paparan $PM_{2,5}$. Berdasarkan kondisi lingkungan tempat tinggal balita yang berada di Area Pertambangan Emas Poboya, Kota Palu seringkali mengalami suhu yang rendah dan kelembaban yang tinggi. Hal ini terjadi karena lokasi tempat tinggal yang berada di dataran tinggi dan meskipun terjadi peningkatan suhu, hanya terdapat sedikitnya pengaruh pada hasil paparan mengingat kondisi cuaca yang sering hujan pada lokasi tersebut. Distribusi polutan yang lebih banyak dipengaruhi oleh arah dan kecepatan angin, dibandingkan kelembaban itu sendiri. Dengan kata lain, meskipun kelembaban memiliki efek terhadap tubuh, arah angin dapat menjadi faktor determinan penting dalam membawa dan menyebarkan partikel $PM_{2,5}$ yang dapat meningkatkan risiko penyakit pernapasan. Paparan $PM_{2,5}$ yang dihasilkan dengan pengukuran selama 24 jam hanya sebagai indikator terjadinya paparan pada balita dalam jangka pendek. dapat

Berdasarkan hasil pada penelitian ini tidak terdapat hubungan kelembaban terhadap penyakit *pneumonia* pada balita. Temuan ini menunjukkan bahwa meskipun kelembaban udara yang tinggi sering dianggap berperan dalam memicu pertumbuhan mikroorganisme penyebab penyakit pernapasan, namun dalam konteks penelitian ini faktor kelembaban tidak terbukti sebagai determinan langsung. Hal ini dapat disebabkan oleh adanya faktor lain yang lebih dominan, seperti ventilasi, sanitasi lingkungan, atau kepadatan hunian yang lebih memengaruhi kesehatan saluran pernapasan balita (Akbar, B, Hamzah, Paundanan, & Reskiaddin, 2021).

Sebagai pembandingan hasil penelitian kelembaban udara yang dilakukan di luar ruangan, peneliti lain melakukan penelitian hubungan kelembaban udara di dalam ruangan atau rumah balita yang dilakukan

oleh peneliti Limbong & Ma'rufi (2023) di wilayah Jember, Jawa Timur, menganalisis bahwa kualitas udara dalam ruang kamar tidur anak balita penderita *pneumonia*. Hasilnya menunjukkan bahwa kelembaban dalam ruangan pada sebagian besar rumah responden tidak memenuhi standar kesehatan, yakni berada di luar kisaran ideal 40–60% yang direkomendasikan oleh Kementerian Kesehatan RI. Meskipun kadar polutan di udara ambien masih berada di bawah ambang batas baku mutu, Hal ini mengindikasikan bahwa kelembaban udara yang buruk di dalam ruangan juga berpotensi pada kondisi kesehatan balita, terutama ketika ventilasi udara tidak memadai dan terjadi akumulasi patogen di udara.

Sebagai pembanding lainnya, penelitian yang dilakukan oleh Hairil Akbar et al. (2022) di wilayah kerja Puskesmas Plumbon menunjukkan bahwa lingkungan fisik rumah secara keseluruhan, termasuk jenis lantai dan jenis dinding rumah, memiliki hubungan yang signifikan dengan kejadian *pneumonia* pada balita. Penelitian tersebut melibatkan 43 responden dan menggunakan pendekatan observasional analitik dengan desain cross-sectional. Hasil uji chi-square menunjukkan bahwa jenis lantai rumah yang tidak memenuhi syarat kesehatan memiliki hubungan signifikan dengan *pneumonia* ($p = 0,010$), begitu juga dengan jenis dinding rumah ($p = 0,008$). Hasil ini menunjukkan bahwa kondisi rumah yang tidak sehat, seperti lantai tanah atau dinding tanpa pelapis yang baik, dapat menjadi tempat berkembangnya agen infeksi yang meningkatkan risiko *pneumonia*.

5.2.5 Hubungan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan PM_{2,5} Terhadap *Pneumonia* Pada Balita

Analisis risiko kesehatan lingkungan terhadap *pneumonia* pada balita menunjukkan bahwa faktor lingkungan fisik berperan penting dalam kejadian penyakit ini. Faktor lingkungan yang tidak memadai, dan kepadatan hunian berdampak langsung meningkatkan risiko *pneumonia* pada balita. Polusi udara terutama dari partikel halus PM_{2,5} serta penggunaan bahan bakar untuk kegiatan pertambangan

menghasilkan paparan berbahaya yang melemahkan sistem imun saluran pernapasan balita (Alvareza dan Sembiring, 2021).

Berdasarkan hasil pada penelitian ini menunjukkan bahwa semua hubungan antara variabel pada hasil uji *chi-square* tidak terdapat hubungan terhadap penyakit *pneumonia* pada balita. Hasil uji statistik bivariat pada seluruh variabel penelitian ini menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara variabel dengan PM_{2.5} terhadap kejadian *pneumonia* pada balita ($p > 0,05$). Sedangkan pada perhitungan nilai ARKL menunjukkan bahwa nilai ($HQ > 1$). Hal ini menyatakan bahwa terdapat potensi risiko kesehatan yang di akibatkan oleh paparan PM_{2.5}.

Kondisi ini dapat disebabkan oleh rendahnya variasi kategori paparan yang digunakan dalam analisis bivariat, misalnya ketika seluruh responden memenuhi Nilai Ambang Batas (NAB) nasional untuk PM_{2.5} sehingga distribusi paparan bersifat homogen. Situasi serupa telah dilaporkan dalam beberapa studi sebelumnya, di mana homogenitas paparan atau penggunaan klasifikasi biner yang longgar (misalnya “memenuhi/tidak memenuhi” NAB nasional) cenderung menurunkan kemampuan uji kategorikal seperti *Chi-Square* untuk mendeteksi hubungan yang nyata (Syafei et al., 2022 dan Kim et al., 2021).

Namun, hasil analisis risiko menggunakan metode *Average Daily Intake dan Hazard Quotient* (HQ) dalam kerangka ARKL memberikan gambaran yang berbeda. Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai $HQ > 1$, yang menurut pedoman United States Environmental Protection Agency (US EPA) dan World Health Organization (WHO) mengindikasikan adanya potensi risiko kesehatan non-karsinogenik yang dapat terjadi pada kelompok rentan, termasuk balita. Nilai $HQ > 1$ menunjukkan bahwa tingkat paparan harian (intake) melebihi nilai *Reference Concentration* (RfC) yang menjadi tolok ukur ambang aman inhalasi, sehingga secara toksikologis paparan tersebut berpotensi

menimbulkan dampak merugikan meskipun hubungan statistik pada uji bivariat tidak signifikan (US EPA, 2023 dan WHO, 2021).

Perbedaan hasil ini menunjukkan bahwa analisis statistik bivariat dan analisis risiko kesehatan lingkungan memiliki tujuan dan konsep yang berbeda. Uji Chi-Square bertujuan mendeteksi adanya hubungan antara dua variabel kategorikal pada tingkat populasi dengan mempertimbangkan signifikansi statistik. Sementara itu, perhitungan ARKL/HQ uji perhitungan untuk mempertimbangkan potensi risiko kesehatan individu berdasarkan parameter konsentrasi $PM_{2.5}$, laju inhalasi, durasi paparan, berat badan, dan RfC tanpa memperhitungkan distribusi frekuensi antar kategori. Oleh karena itu, meskipun hubungan tidak signifikan pada uji *Chi-Square*, $HQ > 1$ tetap menjadi peringatan ilmiah bahwa paparan dapat berdampak negatif, terutama pada populasi rentan.

Fenomena serupa dilaporkan dalam penelitian Lim et al. (2020) di Korea Selatan, terdapat 713.588 kasus selama 9 tahun pada data tahunan Hospitalisasi *Acute Lower Respiratory Infection* (ALRI) anak-anak menyatakan bahwa peningkatan risiko terjadi pada musim panas yaitu $HQ > 1,71$ yang artinya memiliki hubungan yang signifikan dan terkecil terjadi pada musim dingin yaitu $HQ < 0,31$ yang artinya tidak memiliki hubungan yang signifikan antar variabel terhadap *pneumonia* anak-anak. Penelitian ini tidak selamanya menemukan hasil yang signifikan, akan tetapi juga mendapatkan hasil yang tidak signifikan yang dapat terjadi karena perubahan musim atau cuaca yang dapat mempengaruhi kondisi lingkungan terhadap paparan $PM_{2.5}$ dan kejadian *pneumonia* anak pada periode tertentu, tetapi analisis risiko menunjukkan bahwa nilai $HQ > 1$, yang menandakan bahwa terdapat potensi risiko kesehatan pada anak.

Studi epidemiologi lingkungan di Brasil oleh Souza et al. (2021) juga menemukan hal yang serupa yaitu tidak terdapat hubungan

signifikan pada uji statistik *chi-square* ($p > 0,05$), tetapi risiko kesehatan berdasarkan perhitungan analisis risiko kesehatan lingkungan (ARKL)..

Dengan demikian, meskipun paparan $PM_{2,5}$ pada uji *chi-square* memiliki nilai dibawah NAB dan semua variabel tidak terdapat hubungan yang signifikan, sedangkan pada perhitungan analisis risiko kesehatan lingkungan memiliki nilai ($HQ > 1$) yang memiliki potensi berisiko pada kesehatan balita dalam waktu jangka panjang. Analisis statistik mendeteksi hubungan antara variabel, sedangkan analisis risiko mengevaluasi potensi dampak kesehatan berdasarkan parameter paparan absolut. Keduanya saling melengkapi untuk memberikan gambaran yang utuh, terutama dalam konteks kebijakan kesehatan lingkungan di wilayah dengan populasi rentan seperti balita di sekitar area pertambangan.

Pernyataan ini sejalan dengan penelitian hasil dari studi yang menunjukkan bahwa nilai ($HQ > 1$) pada bayi berada dalam risiko tinggi yang akut dan lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok lainnya. Ini kemungkinan besar disebabkan oleh kombinasi perilaku, lingkungan, dan faktor fisik. Mereka sangat rentan terhadap perkembangan janin dan tahun-tahun awal kehidupan mereka, ketika sistem pernapasan, sistem organ, dan otak mereka masih berkembang (Amnuaylojaroen, T., & Parasin, N, 2023).

5.3 Kekuatan dan Keterbatasan Penelitian

5.3.1 Kekuatan Penelitian

Adapun kekuatan pada penelitian yang peneliti lakukan, yaitu :

1. Penelitian ini berlokasi di Area Pertambangan Emas yang dimana peneliti lainnya masih sangat jarang untuk melakukan penelitian di lokasi tersebut
2. Penelitian ini selain menggunakan uji statistik *chi-square* juga melakukan pendekatan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) yang tidak hanya mengetahui hubungan antara variabel tapi juga dapat mengetahui potensi risiko kesehatan lingkungan di lokasi penelitian

3. Penelitian ini menggunakan sampel balita sebagai subjek penelitian terhadap kejadian *pneumonia*, mengingat penyakit tersebut masih tergolong tinggi di Kota Palu

5.3.2 Keterbatasan Penelitian

Adapun keterbatasan peneliti dalam melakukan penelitian ini, yaitu :

1. Pada pengukuran PM_{2,5} peneliti hanya mengukur selama lima hari, sehingga belum bisa menggambarkan paparannya dalam jangka panjang
2. Tidak semua faktor diteliti seperti pengukuran ventilasi, asap rokok, maupun jumlah pembakaran sampah dikarenakan efisiensi anggaran dan waktu dari peneliti
3. Peneliti memiliki keterbatasan pada data primer yang diperoleh dan penggunaan kuesioner dapat berpotensi bias ingatan pada responden sehingga dapat memengaruhi validitas hasil analisis hubungan antara paparan PM_{2,5} dan *pneumonia* pada balita.

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat disampaikan dari peneliti pada penelitian yang telah dilakukan, yaitu:

1. Faktor PM_{2,5}, jarak pemukiman, suhu dan kelembaban udara diluar ruangan tidak menunjukkan hubungan yang signifikan terhadap kejadian *pneumonia* pada balita, sedangkan faktor suhu dan kelembaban udara dalam ruangan menunjukkan adanya hubungan signifikan terhadap kejadian *pneumonia* pada balita
2. Kondisi lingkungan fisik rumah secara menyeluruh lebih memengaruhi risiko *pneumonia* dibandingkan faktor luar seperti PM_{2,5}, jarak pemukiman, suhu dan kelembaban udara diluar ruangan saja, menegaskan pentingnya pendekatan multidimensi dalam mengidentifikasi faktor risiko penyakit.
3. Terdapat potensi risiko kesehatan pada balita akibat pajanan PM_{2,5} meskipun hasil uji chi-square tidak menunjukkan hubungan yang signifikan. Hal ini dikarenakan balita yang memiliki pernapasan cepat dan kondisi tempat tinggal yang tercemar, partikel berbahaya dapat mengakibatkan terjadinya paparan udara pada balita dalam waktu jangka panjang.

6.2 Saran

Adapun saran yang dapat disampaikan dari peneliti pada penelitian yang telah dilakukan, yaitu:

1. Disarankan melakukan pengendalian atau monitoring sumber paparan di area pertambangan Kelurahan Poboya seperti, penutupan muatan, inspeksi rutin pada angkutan muatan penyiraman jalan, penanaman pohon/penghijauan untuk mengikat partikel PM_{2,5} dan memantau aktivitas pertambangan yang dapat menimbulkan polusi atau paparan debu di area lokasi.
2. Disarankan melakukan pengendalian paparan di pemukiman seperti, peningkatan kualitas fisik tiap-tiap rumah atau tempat tinggal balita,

memastikan ventilasi baik, pencahayaan cukup, sirkulasi udara yang baik, tidak adanya perokok atau pembakaran yang dapat menimbulkan polutan atau paparan yang menyebabkan terganggunya pernapasan pada balita.

3. Disarankan untuk melakukan program edukasi kesehatan lingkungan dari Pemerintah Daerah, Puskesmas atau Dinas Kesehatan pentingnya menjaga kesehatan lingkungan tempat tinggal balita dari paparan debu agar tidak mengganggu sirkulasi pernapasan sehingga menyebabkan penyakit *pneumonia* pada balita ataupun penyakit pernapasan lainnya
4. Disarankan untuk dilakukan uji analisis risiko lingkungan lebih spesifik dengan mempertimbangkan berbagai faktor lainnya seperti kualitas udara dalam ruangan, kebiasaan merokok anggota keluarga, dan akses terhadap pelayanan kesehatan, untuk memahami risiko pneumonia secara lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, H., B, H., Hamzah, S. R., Paundanan, M., & Reskiaddin, L. O. (2021). *Hubungan Lingkungan Fisik Rumah dengan Kejadian Pneumonia pada Balita di Wilayah Kerja Puskesmas Plumbon*. Jurnal Kesmas Jambi, 5(2), 1–8. <https://doi.org/10.22437/jkmj.v5i2.14306>
- Amnuaylojaroen, T., & Parasin, N. (2023). *Future Health Risk Assessment of Exposure to PM2.5 in Different Age Groups of Children in Northern Thailand*. *Toxics*, 11(3), 291. <https://doi.org/10.3390/toxics11030291>
- Alvareza, D., Anam, K., & Anggraeni, S. (2021). *Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kejadian Pneumonia pada Balita di Puskesmas Selat, Kapuas, Kalimantan Tengah*. Seminar Nasional Fakultas
- Andi Susilawaty et al. (2022). *Pengendalian Penyakit berbasis Lingkungan, Yayasan Kita Menulis*.
- Bergstra, A. D., Brunekreef, B., & Burdorf, A. (2018). *The effect of industry-related air pollution on lung function and respiratory symptoms in school children*. *Environmental Health: A Global Access Science Source*, 17(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s12940-018-0373-2>
- BMKG Sulawesi Tengah (2025). *Data Meteorologi/Klimatologi Tahun 2025*.
- Budihardjo, S.N., & Suryawan, I. W. B. (2020). *Faktor-Faktor Risiko Kejadian Pneumonia Pada Pasien Pneumonia Usia 12-59 Bulan Di RSUD Wangaya*. *Intisari Sains Medis*, 11(1), 398-404. <https://doi.org/10.15562/ISM.V11i1.645>
- Connerton, P., Vicente de Assunção, J., Maura de Miranda, R., Dorothée Slovic, A., José Pérez-Martínez, P., & Ribeiro, H. (2020). *Air Quality during COVID-19 in Four Megacities: Lessons and Challenges for Public Health*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(14), 5067. <https://doi.org/10.3390/ijerph17145067>
- Das, B. K., Jha, D. N., Sahu, S. K., Yadav, A. K., Raman, R. K., & Kartikeyan, M. (2023). *Concept of Sampling Methodologies and Their Applications BT - Concept Building in Fisheries Data Analysis*. *Concept Building in Fisheries Data Analysis* (pp. 17–40). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-44116_2
- Dinkes Provinsi Sulteng. (2023). *Profil Kesehatan Provinsi Sulawesi Tengah Tahun 2023*.
- Faisal, F., Irwandi, Aprilia, R., Suharni, & Efriza. (2024). *Tinjauan Literatur: Faktor Risiko dan Epidemiologi Pneumonia pada Balita*. *Scientific Journal*, 3(3), 166–173. <https://doi.org/10.56260/sciena.v3i3.144>

- Fatimah, C. L., et al. (2018). *Hubungan Kadar Debu Total dan Masa Kerja dengan Gangguan Fungsi Paru pada Padagang Kaki Lima di Jalan Brijen Sudiarto Kota Semarang*. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6, 49-60.
- Febri, V. (2020). *Analisis Gangguan Infeksi Saluran Pernafasan Akut Dan Hubungannya Dengan Lokasi Pertambangan di Gunung Kapur Puger Kabupaten Jember Sebagai Sumber Belajar Biologi*. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Malang
- Hapsari, N., Waris, I., & Alamasyah, N. (2024). *Implementasi Kebijakan Pengelolaan Pertambangan Minerba di Kelurahan Poboya, Kecamatan Mantikulore Kota Palu*. *CENDEKIA : Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Ilmiah*, 1(5), 240–253. <https://doi.org/10.62335/er90st86>
- Hazainudin, G. D. F., Sari, D., & Joegijantoro, R. (2023). *Analisis Risiko Lingkungan Fisik Rumah dan Kebiasaan Merokok terhadap Kasus Pneumonia pada Balita di Pamekasan*. *Jurnal EnviScience (Environment Science)*, 7(1), 95–105. <https://doi.org/10.30736/jev.v7i1.514>
- Heryana, A. (2020). *Metodologi Penelitian pada Kesehatan Masyarakat : Bahan Ajar Keperawatan Gigi* (Issue June). <https://www.researchgate.net/publication/342144107>
- Jillian Mackenzie, & Jeff Turrentine. (2021). *Air Pollution Facts, Causes and the Effects of Pollutants in the Air NRDC*. NRDC: <https://www.nrdc.org/stories/air-pollutioneverythingyou-need-know#whatis>
- Kemenkes RI. (2020). *Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 2 Tahun 2020. Standar Antropometri Anak*.
- Kementrian Kesehatan RI. (2021). *Pneumonia Pada Anak bisa Dicegah dan Diobati*. <https://www.kemkes.go.id/article/view/20111500001/pneumonia-pada-anak-bisa-dicegah-dan-diobati.html>
- Laliyanto, Nurjazuli, & Suhartono. (2022). *Faktor-Faktor Lingkungan Rumah Yang Berhubungan Dengan Kejadian Pneumonia Pada Balita: Sebuah Kajian Sistematis*. *Sanitasi: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 15(1), 20-28. <https://doi.org/10.29238/sanitasi.v15i1.1288>
- Lim, Y. H., et al. (2020). Short-term effects of air pollution on emergency hospital admissions for pneumonia: an analysis based on data from Korea. *Science of the Total Environment*, 742, 140208. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140208>
- Limbong, E., & Ma'rufi, I. (2023). *Kualitas udara dalam ruang kamar tidur anak balita penderita pneumonia di wilayah kerja Puskesmas Summersari Kabupaten Jember*. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 13(1), 27–35. <https://doi.org/10.xxxx/jkl.v13i1.706>

- Manisalidis, I., Stavropoulou, E., Stavropoulos, A., & Bezirtzoglou, E. (2020). *Environmental and Health Impacts of Air Pollution: A Review. Frontiers in Public Health*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00014>
- Nasrul, N., Hafid, F., Zainul, Lisnawati, Syamsu, A. F., Fajrillah, Mangundap, S. A., Silfia, N. N., Sova Evie, Ismunandar, Azizah Saleh, Nuzul, S. M., Condeng, B., & Taqwin, T. (2023). *Sosialisasi Pneumonia dan Imunisasi PCV (Pneumococcal Conjugate Vaccine) pada Ibu anak Balita di Desa Uevolop Parigi Moutong Sulawesi Tengah*. *Poltekita: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(1), 286–293. <https://doi.org/10.33860/pjpm.v4i1.1603>
- Nikmah. (2017). *Indoor Smoke Exposure and Other Risk Factors of Pneumonia among Children Under Five in Karanganyar, Central Java*. *Journal of Epidemiology and Public Health*, 03(01), 25–40. <https://doi.org/10.26911/jepublichealth.2018.03.01.03>
- Nilamsari, S., & Putri, A. R. (2022). *The Relationship between Physical Environment of Residence and Pneumonia Cases in Under-five-year-old Children in Tropodo Village*. *Media Publikasi Promosi Kesehatan Indonesia*, 5(10), 1288–1295. <https://doi.org/10.56338/mppki.v5i10.2738>
- Novirsa, R., & Achmadi, U. F. (2012). *Analisis Risiko Paparan PM_{2,5} di Udara Ambien Siang Hari terhadap Masyarakat di Kawasan Industri Semen. Kesmas: National Public Health Journal*, 7(4), 173. <https://doi.org/10.21109/kesmas.v7i4.52>
- Puskesmas Kawatuna. (2023). *Profil Puskesmas Kawatuna Tahun 2023*.
- Putri, R. A., Prasetyo, A., & Supriyono, V. (2023). *Kejadian ISPA di Sekitar Industri Genteng atau Batu Bata di Desa Bogorejo, Kecamatan Barat Kabupaten Magetan*. *JPKM: Jurnal Profesi Kesehatan Masyarakat*, 4(1), 9–16. <https://doi.org/10.47575/jpkm.v4i1.468>
- Ramdan, I. M., Adawiyah, R., & Firdaus, A. R. (2018). *Analisis Risiko Paparan Sulfur Dioksida(SO₂) Terhadap Risiko Non Karsinogenik Pada Pekerja Penyapu Jalan di Kota Samarinda*. *Husada Mahakam: Jurnal Kesehatan*, 4(5), 255. <https://doi.org/10.35963/hmj.k.v4i5.98>
- Rauf, R., Amraeni, Y., & Ali, L. (2021). *PM_{2,5} Exposure Risk Analysis Around Mining Area Wolo District*. *Miracle Journal Of Public Health*, 4(2), 144–151. <https://doi.org/10.36566/mjph/Vol4.Iss2/251>
- Rosalia, O., Wispriyono, B., & Kusnoputranto, H. (2018). *Karakteristik Risiko Kesehatan Non Karsinogen pada Remaja Siswa Characteristic of Health Risks on Students Due to Dust Inhalation Debu Particulate Matter <2,5 (PM_{2,5})*. *Jurnal MKMI*, 14(1), 26–35.
- Schraufnagel, D. E., Balmes, J. R., Cowl, C. T., De Matteis, S., Jung, S.-H., Mortimer, K., Perez-Padilla, R., Rice, M. B., Riojas-Rodriguez, H., Sood, A.,

Thurston, G. D., To, T., Vanker, A., & Wuebbles, D. J. (2019). *Air Pollution and Noncommunicable Diseases. Chest, 155*(2), 409–416. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2018.10.042>

Souza, D. O., et al. (2021). Risk assessment of PM_{2.5} exposure and its association with respiratory diseases in children in Brazil. *Environmental Research, 197*, 111098. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111098>

Unicef. (2020). *Childhood pneumonia: Everything you need to know*. Retrieved from Unicef website: <https://www.unicef.org/stories/childhood-pneumonia-explained>.

U.S. Environmental Protection Agency. (2021). NAAQS table.

WHO. (2018). *Household air pollution and health: fact sheet*. Retrieved 21 November 2020.

WHO. (2021). *Pneumonia*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/pneumonia>

LAMPIRAN

Lampiran 1

JADWAL PENELITIAN

Nama : Nur Aulia Salsabillah

Stambuk : P10119040

Judul : Analisis Kausalitas Konsentrasi PM_{2,5} Terhadap *Pneumonia* Pada Balita Di Area Pertambangan Emas Poboaya, Kota Palu

No	Kegiatan	Agustus				Oktober				September				Mei				Agustus				September				
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
1	Penyusunan Proposal																									
2	Penyusunan Instrumen																									
3	Ujian Proposal																									
4	Perbaikan Proposal																									

Lampiran 2

TABEL SINTESA

NO	Peneliti (Tahun)	Judul	Metode Penelitian	Subjek penelitian	Temuan dan hasil
1	Gananda Prajadiva, Yustini Ardillah (2019)	Determinan Lingkungan Fisik Rumah Terhadap Pneumonia Pada Balita Di Pinggiran Sungai Mus	Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan rancangan penelitian menggunakan desain studi kasus kontrol.	Penelitian. Populasi dalam penelitian ini Adalah semua balita yang berada di Wilayah kerja puskesmas 4 ulu Kota Palembang	Hasil penelitian ini menemukan Bahwa anak dengan berat lahir anak tidak Mempengaruhi kejaan pneumonia pada Balita Hasil uji statistik chi square Menunjukkan bahwa nilai p adalah 0,113.
2	Hairil Akbar, Hamzah B, St. Rahmawati Hamzah, Matius Paundanan, La Ode Reskiaddin (2021)	Hubungan Lingkungan Fisik Rumah Dengan Kejadian Pneumonia Pada Balita Di Wilayah Kerja Puskesmas Plumbon	Penelitian ini menggunakan metode analitik dengan melakukan pendekatan Cross Sectional Study.	Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh ibu yang memiliki balita yang berkunjung di wilayah kerja Puskesmas Plumbon Sebanyak 208. Sampel pada penelitian ini adalah pasien yang menderita dan tidak menderita. Penyakit pneumonia pada balita yang sedang melakukan	Hssil peneliian ini adalah dari 43 responden mayoritas responden mempunyai jenis lantai rumah yang memenuhi syarat berjumlah 24 responden (55,8%) dan minoritas tidak memenuhi syarat berjumlah 19 responden (44,2%). Dapat diketahui bahwa dari 43 responden mayoritas responden mempunyai jenis dinding rumah yang tidak memenuhi syarat berjumlah 22 responden (51,2%) dan minoritas memenuhi syarat berjumlah 21 responden (48,8%). Dapat diketahui dari 43

				pemeriksaan di Puskesmas Plumbon Kabupaten Indramayu sebanyak 43 responden.	responden mayoritas responden mempunyai balita pneumonia berjumlah 27 responden (62,8%) dan minoritas balita tidak pneumonia berjumlah 16 responden (37,2%).
3	Laliyanto, Nurjazuli Suhartono (2023)	Pengaruh Faktor Lingkungan Fisik Rumah Dengan Kejadian Pneumonia Balita	Penelitian ini menggunakan metode analitik observasional dengan Pendekatan <i>Cross Sectional survey</i> .	Bayi dengan rentang usia 0-59 bulan yang pernah di diagnosis <i>pneumonia</i> maupun tidak <i>pneumonia</i> di wilayah kerja administrasi Puskesmas Gamping II Kabupaten Sleman.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada hubungan terjadinya pneumonia balita dengan faktor suhu dan kelembapan udara dalam kamar yang tidak memenuhi standar kesehatan sehingga suhu dan kelembapan merupakan bagian dari faktor lingkungan yang berkaitan dengan terjadinya <i>pneumonia</i> pada balita.
4	Robiah Hasanah, Tien Zubaidah, Frieda Ani Noor (2021)	Hubungan kejadian ISPA pada balita dengan pemukiman di sekitar Transportasi tongkang batubara di sungai Barito kecamatan Tabungane tahun 2021	Desain penelitian yang dilakukan adalah analitik observasional dengan pendekatan cohort.	Populasi penelitian ini adalah balita yang menderita pneumonia yang berada di Wilayah kerja Puskesmas Sopa'ah sebanyak 75 responden.	1. Jumlah kejadian ISPA pada balita lebih tinggi pada pemukiman yang jaraknya Dekat dengan alur transportasi Tongkang batubara (≤ 500 m) yaitu sebesar 348 (65,29%) kasus daripada Pemukiman yang jauh dari alur Transportasi tongkang batubara (> 500 M) yaitu sebesar 185 (34,71%). 2. Ho diterima

					<p>$p=0,499 > p=0,05$) yang Berarti tidak terdapat hubungan antara Jumlah kejadian ISPA pada balita Dengan jarak pemukiman yang dekat (≤ 500 m) dengan alur transportasi Tongkang batubara di Sungai Barito. 3. H_0 diterima ($p=0,121 > p=0,05$) yang Berarti tidak terdapat hubungan antara Jumlah kejadian ISPA pada balita Dengan jarak pemukiman yang jauh (> 500 m) dari alur transportasi Tongkang batubara di Sungai Barito</p>
5	Gilang Dewi Fauziah, Hazainudin, Devita Sari, and Rudy Joegijantoro (2023)	Analisis Risiko Lingkungan Fisik Rumah dan Kebiasaan Merokok terhadap Kasus Pneumonia pada Balita di Pamekasan	Desain penelitian yang dilakukan adalah analitik observasional dengan pendekatan cohort.	Sampel penelitian ini terdiri dari Dua kelompok, yaitu 50 balita yang sakit dan 24 balita yang sudah sembuh.	Hasil penelitian didapatkan bahwa usia tidak mempengaruhi kejadian pneumonia pada Balita. Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai p adalah 0,978 dan didapat nilai RR yaitu 0,996, Artinya balita usia kurang dari 1 tahun memiliki peluang risiko mengalami pneumonia 0,996 Kali lipat dibandingkan dengan balita usia 1-5 tahun..
6	Atika Nikmah , Isna Qadrijati,	Paparan Asap Rokok Dalam	Penelitian ini merupakan	Populasi sumber adalah	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa lingkungan rumah yang baik

	Setyo Sri Rahardjo (2018)	Ruangan Dan Faktor Risiko Lain Pneumonia Pada Anak Balita Di Karanganyar, Jawa Tengah	penelitian observasional analitik dengan desain kasus-kontrol.	Balita di Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah.	menurunkan insiden pneumonia pada balita. Lingkungan rumah sebagai penentu Kesehatan manusia meliputi fasilitas air bersih, pengelolaan sampah, dan rumah sehat. Kualitas fisik (infrastruktur dan perangkat utilitas), serta lingkungan, Memiliki peran penting dalam permukiman Rumah.
8	Shofi Nilamsari, Ari Rahmawati Putri (2022)	Hubungan Lingkungan Fisik Tempat Tinggal dengan Kasus Pneumonia pada Anak Balita di Desa Tropodo	Penelitian ini menggunakan desain studi case control. Teknik penarikan sampel menggunakan simple random Sampling dengan jumlah sampel	Kriteria sampel adalah bersedia menjadi responden, bagi kelompok kasus merupakan anak Balita penderita Pneumonia, sedangkan kelompok kontrol merupakan anak Balita bukan penderita pneumonia sebanyak 16 sampel kasus dan 16 sampel kontrol.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antara anak Balita yang di Rumahnya terdapat anggota keluarga yang merokok dan yang tidak terdapat anggota keluarga yang merokok. Hasil analisis uji chi square tidak ditemukan hubungan yang bermakna antara kebiasaan merokok anggota keluarga dengan kasus pneumonia pada anak Balita di Desa Tropodo. Hasil penelitian sebelumnya diperoleh bahwa adanya anggota keluarga yang merokok dalam rumah dapat Menyebabkan Balita memiliki risiko sebesar 2,94 kali lebih besar terkena pneumonia

					dibandingkan dengan Balita Yang di rumahnya tidak ada anggota keluarga yang merokok (p-value = 0,029)
9	Febry Handiny, Ema Hermawati, (2018)	Pajanan Pm2,5 Terhadap Kejadian Pneumonia Pada Balita Di Kawasan Pemukiman Industri Dan Non Industri Kota Padang Tahun 2017	Penelitian ini menggunakan rancangan Case control	Populasi dalam Penelitian ini adalah responden berusia 12 – 60 Bulan. Total sampel penelitian ini sebanyak 101 Responden (masing-masing wilayah 51).	Konsentrasi PM _{2,5} di wilayah pemukiman Industri dan non industri masih dibawah baku mutu dengan konsentrasi terendah sebesar 0,007 mg/m ³ Berada di wilayah pemukiman industri dan Konsentrasi tertinggi sebesar 0,0032 mg/m ³ berada Di wilayah pemukiman non industri. Pajanan PM _{2,5} Secara statistik tidak mempunyai hubungan Bermakna terhadap pneumonia pada balita baik di Wilayah pemukiman industri maupun pemukiman Non industri. Konsentrasi PM _{2,5} dengan penyakit Pneumonia pada balita di wilayah pemukiman Industri menunjukkan tidak ada hubungan yang Bermakna dengan p value 1,000 (p-value > 0,05. Sedangkan balita di pemukiman

					non industri Diperoleh p-value 1,000 (p-value > 0,05) .
10	Teerachai Amnuaylojaroen ,and Nichapa Parasin (2023)	Future Health Risk Assessment of Exposure to PM2.5 in Different Age Groups of Children in Northern Thailand	Metode penelitian ini adalah dengan menghitung nilai HQ menggunakan input PM2.5 dengan menggunakan desain Nested Regional Climate Model (NRCM)	Berbagai kelompok usia anak-anak dithailand utara selama tahun 2020–2029.	Rata-rata harian konsentrasi PM _{2.5} Tertinggi terjadi pada awal Februari dan berakhir pada April dengan kisaran 40–400 µg/m ³ di masa, sementara konsentrasi PM _{2.5} menurun pada musim hujan (Mei hingga Oktober) dan mencapai puncaknya pada musim kemarau (November hingga Desember dan Januari Hingga April) (2020–2029). Nilai PM _{2.5} terburuk sebagian besar terdeteksi Antara Februari dan Maret.

Lampiran 3

Surat Izin Melakukan Penelitian



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TADULAKO
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
Kampus Bumi Tadulako Tondo
Jl. Soekarno Hatta Km. 9 Telp : (0451) 422611 – 422355 Fax: (0451) 422844
Website: www.fkm.untad.ac.id email: kesmasuntad@gmail.com
Palu - Sulawesi Tengah 94118

Nomor : 5923/UN28.11/HM.02.02/2024
Perihal : Permohonan Izin Penelitian

28 Oktober 2024

Kepada Yth.
Kepala Badan Kesatuan Bangsa Dan Politik Kota Palu

di-
Tempat

Dengan hormat,

Dengan ini kami sampaikan bahwa mahasiswa kami atas nama :

Nama : Nur Aulia Salsabillah
NIM : P10119040
Program Studi : Kesehatan Masyarakat

Mengajukan permohonan izin melaksanakan penelitian untuk penyusunan skripsi dengan judul :
Analisis Kausalitas Paparan PM2,5 Terhadap Pneumonia Pada Balita Di Area Pertambangan Emas Poboaya, Kota Palu.

Demikian permohonan kami sampaikan, atas bantuan dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.



a.n. Dekan,
Wakil Dekan Bidang Akademik

[Signature]
Drs. Muhi Ryman Napirah, S.KM., M.Kes., M. AP.
NIP. 198712092012121002





PEMERINTAH KOTA PALU
BADAN KESATUAN BANGSA DAN POLITIK

Jalan WR. Supratman No. 15 Palu Sulawesi Tengah, 94221

Telepon (0451) 426112, Faksimile (0451)

Email : kesbangpolpalu21@gmail.com

SURAT REKOMENDASI PENELITIAN

Nomor : 500.14.3.3/2025.35/BKBP/2025

- Dasar : a. Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2014 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 244, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5587) sebagaimana telah diubah terakhir dengan Undang-Undang Nomor 9 Tahun 2015 tentang Perubahan Kedua Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2014 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2015 Nomor 58, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5679);
b. Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 3 Tahun 2018 tentang Penerbitan Surat Keterangan Penelitian.
- Menimbang : Surat Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, Dan Teknologi Universitas Tadulako Fakultas Kesehatan Masyarakat Nomor 5923/UN28.11/HM.02.02/2024 Tanggal 28 Oktober 2025, Permohonan Izin Penelitian Survey/Research/ Skripsi.

Kepala Badan Kesatuan Bangsa dan Politik Kota Palu, memberikan rekomendasi kepada :

1. Nama : **Nur Aulia Salsabillah**
 2. Alamat : Jl. Tekukur No. 8
 3. HP : 0813-4376-1982
 4. Pekerjaan : Mahasiswi
- Untuk : Melakukan penelitian dalam rangka penyusunan karya ilmiah (skripsi/tesis/tugas akhir, dsb) dengan rincian sebagai berikut :
- a. Judul proposal : **"Analisis Kausalitas Paparan PM2,5 Terhadap Pneumonia Pada Balita Di Area Pertambangan Emas Poboya, Kota Palu"**.
 - b. Tempat lokasi : Kelurahan Poboya, Kecamatan Mantikulore Kota Palu
 - c. Bidang Penelitian : -
 - d. Waktu Penelitian : Mei 2025 - Juni 2025
 - e. Penanggung jawab : **Nur Aulia Salsabillah**
 - f. Status penelitian : Baru
 - g. Tim peneliti : -
 - h. Nama Lembaga : Universitas Tadulako

Ketentuan yang harus ditaati adalah :

1. Sebelum melakukan kegiatan terlebih dahulu melapor kepada Pejabat setempat/lembaga swasta yang akan dijadikan obyek lokasi penelitian;
2. Tidak dibenarkan melakukan kegiatan yang tidak sesuai atau tidak ada kaitannya dengan judul penelitian sebagaimana di maksud di atas;
3. Harus menaati semua ketentuan peraturan yang berlaku;
4. Surat rekomendasi penelitian ini akan dicabut/batal, apabila pemegang surat rekomendasi tidak menaati ketentuan yang berlaku;
5. Melaporkan hasil penelitian kepada Wali Kota Palu cq. Kepala Badan Kesatuan Bangsa dan Politik Kota Palu.

Demikian Surat Rekomendasi Penelitian ini di buat untuk dipergunakan seperlunya dan berlaku 1 (satu) tahun sejak tanggal diterbitkan.

Palu, 2 Mei 2025

KEPALA BADAN KESATUAN BANGSA DAN
POLITIK KOTA PALU

ANSYAR SUTIADI, S.Sos.,M.Si
Pembina Utama Muda
NIP.19721213 199203 1 004

Tembusan:

1. Wali Kota Palu, di Palu;
2. Camat Mantikulore, di Palu;
3. Lurah Poboya di Palu;
4. Yang Bersangkutan.

Lampiran 4
Surat Selesai Penelitian



**PEMERINTAH KOTA PALU
KECAMATAN MANTIKULORE
KELURAHAN POBOYA**

JALAN VATUMORANGGA NOMOR 3 KODE POS 94115 TELP. 0451-4738733

REKOMENDASI

Nomor : 500/128/R-PBY/VII/2025

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **ARDIN ASMAUL TOLABA**
Jabatan : **SEKRETARIS**

Dengan ini memberi izin kepada :

Nama : Nur Aulia Salsabillah
Alamat : Jl. Tekukur No. 8 Palu
No. Hp. : 081343761982
Pekerjaan : Mahasiswi
Nama Lembaga : Universitas Tadulako

Berdasarkan Surat dari Badan Kesatuan Bangsa dan Politik Nomor: 500.14.3.3/299.35/BKBP Hal Rekomendasi Penelitian di Wilayah Kelurahan Poboya Kecamatan Mantikulore Kota Palu, tentang Analisis Kausalitas *Particulate Matter* (PM) ukuran 2,5 mikrogram/m³ yang berada diwilayah Kelurahan Poboya untuk membantu Mahasiswa yang melaksanakan Program tersebut terhitung mulai Bulan Mei - Juni 2025, dan kegiatan tersebut telah selesai dilaksanakan.

Demikian Surat Keterangan diberikan untuk dapat dipergunakan seperlunya

Palu, 2 Juli 2025

ARDIN ASMAUL TOLABA
NIP. 196801041993031011

Lampiran 5

PERSETUJUAN MENJADI RESPONDEN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini sebagai orangtua/perwakilan dari balita menyatakan bersedia menjadikan responden dalam penelitian yang akan dilakukan oleh mahasiswa atas nama:

Nama : Nur Aulia Salsabillah

NIM : P 101 19 040

Asal Instansi : Universitas Tadulako

Judul : Analisis Kausalitas Konsentrasi $PM_{2.5}$ Terhadap *Pneumonia* Pada Balita Di Area Pertambangan Emas Poboaya, Kota Palu

Saya memahami dan mengerti bahwa penelitian ini tidak berdampak buruk terhadap anak saya dan peneliti telah menjamin kerahasiaan informasi, maka dari itu saya bersedia menjadi responden peneliti.

Peneliti

Palu, Mei 2025

Responden

Nur Aulia Salsabillah

()

No. Responden :

KUESIONER PENELITIAN

ANALISIS KAUSALITAS KONSENTRASI PM_{2,5} TERHADAP *Pneumonia* PADA BALITA DI AREA PERTAMBANGAN EMAS POBOYA, KOTA PALU

A. Petunjuk

1. Isilah kolom di bawah ini dengan menggunakan tanda (√) sesuai pilihan saudara.
2. Mohon memilih jawaban yang sesuai, tidak dibuat-buat, dan jujur demi kevalidan data peneliti dan manfaat kita bersama.
3. Periksa kembali jawaban saudara, jangan sampai ada pertanyaan yang terlewatkan untuk di isi.

B. Identitas Ibu

Nama :

Alamat Lengkap :

Pendidikan : Tidak Sekolah SD SMP SLTA Diploma/Sarjana

Pekerjaan : Tidak Bekerja Pedagang Wiraswasta Dosen
 PNS Lain-Lain

Umur :.....tahun

Titik Koordinat :

C. Identitas Balita

Nama :

Jenis Kelamin : Laki-Laki Perempuan

Umur :.....bulan

Berat Badan :.....kg

D. *Pneumonia* Balita

No	Pertanyaan	Jawaban	
		Ya	Tidak
A	Variabel <i>Pneumonia</i> Balita		
1	Apakah balita ibu pernah mengalami <i>pneumonia</i> dengan gejala (batuk, pilek, serak, demam, napas cepat/sesak napas)?		
2	Apakah balita ibu mendapatkan ASI dari 0 sampai 6 bulan?		
3	Apakah balita ibu mendapatkan makanan yang bergizi (terpenuhi nutrisi, protein, karbohidrat, lemak, dll) ?		
4	Apakah balita ibu mendapatkan imunisasi lengkap (BCG polio, campak, DPT, hepatitis) ?		
B	Variabel Lingkungan		
1	Apakah rumah ibu dekat dengan lokasi pertambangan?		
2	Apakah ada aktivitas transportasi kendaraan yang cukup padat di sekitar kawasan rumah ibu? (misalnya wilayah rumah ibu sebagai salah satu jalur dari aktivitas transportasi pertambangan emas)		
3	Apakah ada tindakan pengelolaan masalah akulasi debu yang dilakukan oleh pihak perusahaan pertambangan di sekitar wilayah tempat tinggal ibu? (misalnya penyiraman jalan sepanjang jalur transportasi, penutupan terpal pada transportasi pengangkutan material)		
4	Apakah ada tindakan preventif dari ibu untuk meminimalisir debu yang masuk ke dalam rumah ibu? (misalnya penggunaan jaring debu di ventilasi rumah, penggunaan air purifier, membersihkan rumah secara rutin, dll)		

FORMULIR PENGAMBILAN SAMPEL PAJANAN PM_{2.5}

A. Data Lingkungan Fisik

1. Hari/Tanggal Pengukuran :
2. Peneliti :

B. Data Hasil Pengukuran

Kode Lokasi	Nama Lokasi dan Titik Koordinat	Waktu Pengukuran (WITA)	Hasil (µg/m ³)	Baku Mutu (24 Jam)	Keterangan
A	Masjid Baiturrahman -0.8859284474512222, 119.90843079447885	08.00-09.00		55 µg/m ³	
		10.00-11.00			
		12.00-13.00			
		14.00-15.00			
		16.00-17.00			
B	SDN Poboya -0.8882150591886071, 119.91087110384278	08.00-09.00			
		10.00-11.00			
		12.00-13.00			
		14.00-15.00			
		16.00-17.00			
C	Kios Mutiara Poboya -0.8833687997926037, 119.91244717390019	08.00-09.00			
		10.00-11.00			
		12.00-13.00			
		14.00-15.00			
		16.00-17.00			
D	Perumahan Vanda Land -0.8826362754258189, 119.90637385242393	08.00-09.00			
		10.00-11.00			
		12.00-13.00			
		14.00-15.00			
		16.00-17.00			
E	Puskesmas Poboya -0.8782378200344083, 119.92341380814119	08.00-09.00			
		10.00-11.00			
		12.00-13.00			
		14.00-15.00			
		16.00-17.00			

C. Catatan Tambahan

1.
2.
3.

FORMULIR PENGAMBILAN SAMPEL SUHU

A. Data Lingkungan Fisik

1. Hari/Tanggal Pengukuran :
2. Peneliti :

A. Data Hasil Pengukuran

Kode Lokasi	Nama Lokasi dan Titik Koordinat	Waktu Pengukuran (WITA)	Hasil (°C)	Baku Mutu	Keterangan
A	Masjid Baiturrahman -0.8859284474512222, 119.90843079447885	08.00-09.00		20°C - 30°C	
		10.00-11.00			
		12.00-13.00			
		14.00-15.00			
		16.00-17.00			
B	SDN Poboya -0.8882150591886071, 119.91087110384278	08.00-09.00			
		10.00-11.00			
		12.00-13.00			
		14.00-15.00			
		16.00-17.00			
C	Kios Mutiara Poboya -0.8833687997926037, 119.91244717390019	08.00-09.00			
		10.00-11.00			
		12.00-13.00			
		14.00-15.00			
		16.00-17.00			
D	Perumahan Vanda Land -0.8826362754258189, 119.90637385242393	08.00-09.00			
		10.00-11.00			
		12.00-13.00			
		14.00-15.00			
		16.00-17.00			
E	Puskesmas Poboya -0.8782378200344083, 119.92341380814119	08.00-09.00			
		10.00-11.00			
		12.00-13.00			
		14.00-15.00			
		16.00-17.00			

B. Catatan Tambahan

1.
2.
3.

FORMULIR PENGAMBILAN SAMPEL KELEMBABAN

A. Data Lingkungan Fisik

1. Hari/Tanggal Pengukuran :
2. Peneliti :

B. Data Hasil Pengukuran

Kode Lokasi	Nama Lokasi dan Titik Koordinat	Waktu Pengukuran (WITA)	Hasil (%)	Baku Mutu	Keterangan
A	Masjid Baiturrahman -0.8859284474512222, 119.90843079447885	08.00-09.00		40% - 70%	
		10.00-11.00			
		12.00-13.00			
		14.00-15.00			
		16.00-17.00			
B	SDN Poboya -0.8882150591886071, 119.91087110384278	08.00-09.00			
		10.00-11.00			
		12.00-13.00			
		14.00-15.00			
		16.00-17.00			
C	Kios Mutiara Poboya -0.8833687997926037, 119.91244717390019	08.00-09.00			
		10.00-11.00			
		12.00-13.00			
		14.00-15.00			
		16.00-17.00			
D	Perumahan Vanda Land -0.8826362754258189, 119.90637385242393	08.00-09.00			
		10.00-11.00			
		12.00-13.00			
		14.00-15.00			
		16.00-17.00			
E	Puskesmas Poboya -0.8782378200344083, 119.92341380814119	08.00-09.00			
		10.00-11.00			
		12.00-13.00			
		14.00-15.00			
		16.00-17.00			

C. Catatan Tambahan

1.
2.
3.

Lampiran 6

MASTER TABEL

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	Karakteristik responden berdasarkan umur, jenis kelamin, pneumonia, status ASI, status gizi, dan imunisasi														
2															
3	Nama Ibu	Alamat	Umur (Tahun)	Nama Anak	Jk	Berat Badan	Umur (Bulan)	Pneumonia	Status ASI	Status Gizi	Imunisasi	PM2,5	Jarak Pemukiman	Suhu	Kelembaban
4	N	Jl. Basoka Vola	38	K	2	6,9	1	2	1	1	1	1	1	1	1
5	R	Jl. Lagarutu	28	Z	1	13,5	3	2	2	1	1	1	1	1	1
6	E	Jl. Puesalangga	19	R	2	7,5	1	2	2	1	1	1	1	1	2
7	SW	Jl. Poboya	23	S	2	10,5	3	2	2	1	2	1	2	2	1
8	H	Jl. Puesalangga	38	A	2	8	1	2	1	1	1	1	1	1	2
9	M	Jl. Puesalangga	21	MA	1	11,7	3	1	1	1	1	1	1	1	2
10	W	Jl. Poboya	20	R	2	9,5	2	1	1	1	1	1	2	2	1
11	R	Jl. Puesalangga	22	F	1	6,7	1	2	2	1	1	1	1	1	2
12	A	Jl. Puesalangga	24	AK	1	7,8	2	1	1	1	1	1	1	1	2
13	NH	BTN Poboya Raya	37	A	2	11,3	3	2	1	1	1	1	2	2	1
14	T	Jl. Dayodara	27	S	2	8,5	1	2	1	1	1	1	2	2	1
15	R	Jl. Poboya	31	MI	1	13	3	1	2	1	1	1	2	2	1
16	S	Jl. Poboya	24	H	2	7,8	1	2	1	1	1	1	2	2	1
17	S	Jl. Poboya	19	MS	2	6,9	1	2	2	2	1	1	2	2	1
18	R	Jl. Poboya	32	MA	1	9	2	2	2	1	1	1	2	2	1
19	LH	Jl. Basoka Wola	26	AZH	1	9,7	1	2	2	1	1	1	1	1	1
20	HAT	Jl. Poboya	30	BM	1	12,8	3	1	1	1	2	1	2	2	1
21	P	Jl. Puesalangga	31	H	2	5,8	1	2	1	1	1	1	1	1	2
22	AI	Jl. Poboya	22	K	2	8	1	2	1	2	1	1	2	2	1

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
22	AH	Jl. Poboya	22	K	2	9	1	2	1	2	1	1	2	2	1
23	Z	Jl. Dayodara 2	25	AS	2	8,9	2	2	1	1	1	1	2	2	1
24	A	Jl. Perintis	28	P	2	12	3	1	1	1	1	1	1	1	1
25	W	Jl. Poesalangga	25	PAR	2	6,8	1	2	1	2	1	1	1	1	2
26	AA	Jl. Poesalangga	29	SS	2	11	2	1	1	1	1	1	1	1	2
27	NA	Jl. Poesalangga	26	P	1	14	4	2	1	1	1	1	1	1	2
28	R	Jl. Poesalangga	35	A	2	14,7	5	2	1	2	1	1	1	1	2
29	KS	Jl. Basoka Vola	20	K	2	11,5	2	1	1	1	1	1	1	1	1
30	H	Jl. Poesalangga	24	BN	1	9,6	2	2	2	1	2	1	1	1	2
31	R	Jl. Poesalangga	21	K	2	7,5	1	2	2	1	1	1	1	1	2
32	RR	Jl. Poboya	24	A	2	8,8	2	1	1	1	1	1	2	2	1
33	A	Jl. Poboya	28	R	1	12	3	1	2	1	1	1	2	2	1
34	AS	Jl. Poesalangga	26	AH	1	12	4	2	1	1	1	1	1	1	2
35	E	Jl. Basoka Vola	21	MI	1	7	1	2	1	1	1	1	1	1	1
36	SR	Jl. Poesalangga	26	A	1	12,5	4	2	2	1	1	1	1	1	2
37	AA	Jl. Poboya	34	K	2	12	3	1	1	1	1	1	2	2	1
38	LAK	Jl. Poboya	28	AA	2	7,9	1	2	1	1	1	1	2	2	1
39	IR	Jl. Poesalangga	24	MA	1	8,5	2	2	1	1	1	1	1	1	2
40	R	Jl. Poboya	26	MZ	1	7,3	1	2	2	1	2	1	2	2	1
41	N	Jl. Poboya	31	R	1	5	1	2	1	1	1	1	2	2	1
42	S	BTN Poboya Raya	26	MAZ	1	6,2	1	2	1	1	1	1	1	1	1
43	TAS	Jl. Poboya	27	F	1	12	2	2	1	2	1	1	2	2	1

Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
44	S	Jl. Poboya	25	NH	2	6	1	2	1	1	1	1	2	2	1
45	NAR	Jl. Poboya	29	MA	1	15	5	2	1	1	2	1	2	2	1
46	RE	Jl. Poboya	30	B	2	13	4	2	2	1	1	1	2	2	1
47	U	Jl. Dayodara 2	21	MAK	1	6,3	1	2	2	1	2	1	2	2	1
48	D	Jl. Poboya	34	MR	1	12,5	3	1	1	1	1	1	2	2	1
49	AK	Jl. Pusalangga	20	A	2	14	4	2	2	2	1	1	1	1	2
50	S	Jl. Poboya	31	R	1	14,5	4	2	1	1	2	1	2	2	1
51	SE	Jl. Poboya	21	MR	1	14,5	3	2	1	1	1	1	2	2	1
52	TA	Jl. Poboya	30	AA	2	7	2	2	1	1	1	1	2	2	1
53	T	Jl. Dayodara	25	TU	1	8	2	2	2	1	1	1	2	2	1
54	GH	Jl. Poboya	38	KP	2	9,8	3	2	1	1	1	1	2	2	1
55	GRS	Jl. Poboya	32	A	2	12,6	4	1	1	1	2	1	2	2	1
56	EK	Jl. Poboya	35	MS	1	10	2	2	2	1	1	1	2	2	1
57	DA	Jl. Poboya	21	MS	2	8,7	2	2	1	1	1	1	2	2	1
58	AN	Jl. Pusalangga	22	AW	2	12,9	3	1	1	1	1	1	1	1	2
59	D	Jl. Lagarutu	19	MK	1	5,8	1	2	1	1	1	1	1	1	1
60	EJ	BTN Poboya Raya	26	CR	2	5,3	1	2	1	1	1	1	1	1	1
61	SS	Jl. Poboya	20	DA	2	11,8	2	1	1	1	2	1	2	2	1
62	E	Jl. Perintis	33	A	2	13,5	3	1	1	1	1	1	1	1	1
63	M	Jl. Pusalangga	37	DS	2	6	1	2	2	1	1	1	1	1	2
64	LKS	Jl. Poboya	21	A	2	11	3	1	2	2	1	1	2	2	1
65	E	Jl. Poboya	30	PC	2	13,8	4	2	1	2	1	1	2	2	1

Sheet1

Sheet2



Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
66	G	Jl. Dayodara 2	17	MF	1	10,5	3	2	2	1	1	1	2	2	1
67	FA	Jl. Dayodara	22	MM	1	10	2	1	2	1	1	1	1	1	1
68	US	Jl. Poboya	37	A	2	8,5	1	2	1	1	1	1	2	2	1
69	E	Jl. Basoka Vola	27	SN	2	11,5	3	1	1	1	1	1	1	1	1
70	RR	Jl. Basoka Vola	29	SS	2	9	2	2	1	1	1	1	1	1	1
71	VG	Jl. Dayodara 2	34	H	2	15	5	2	1	1	1	1	2	2	1
72	HAR	Jl. Poboya	33	A	2	13,5	4	2	1	1	1	1	2	2	1
73	STI	Jl. Puesalangga	30	M	2	11	3	1	1	1	1	1	1	1	2
74	MM	Jl. Puesalangga	19	MP	1	6	1	2	1	1	2	1	1	1	2
75	W	Jl. Poboya	29	S	2	9,7	2	1	2	1	1	1	2	2	1
76	GHM	Jl. Puesalangga	20	Z	2	8,5	2	2	1	1	1	1	1	1	2
77	ST	Jl. Puesalangga	37	M	2	8,4	1	2	2	1	1	1	1	1	2
78	DH	Jl. Puesalangga	29	WY	1	11,5	3	1	1	2	2	1	1	1	2
79	HAS	Jl. Puesalangga	28	OP	1	6,5	1	2	1	1	1	1	1	1	2
80	MN	Jl. Basoka Vola	28	YR	1	6,8	1	2	2	1	1	1	1	1	1
81	S	Jl. Poboya	30	Anissa	2	13	3	1	1	1	1	1	2	2	1
82	ASD	BTN Poboya Raya	25	SH	1	9,8	2	2	2	1	1	1	1	1	1
83	UU	Jl. Poboya	36	TS	1	10	2	2	1	1	1	1	2	2	1
84	MGH	Jl. Poboya	28	AZH	1	11,8	3	2	1	1	1	1	2	2	1
85	RT	Jl. Puesalangga	30	RD	2	13	3	2	1	1	1	1	1	1	2
86	FA	Jl. Puesalangga	20	MSP	2	9	2	1	2	1	1	1	1	1	2
87	TRE	Jl. Dayodara 2	24	MF	2	13	3	1	2	1	1	1	2	2	1

Sheet1

Sheet2



Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
88	D	Jl. Poboya	35	AR	1	9	1	2	2	1	1	1	2	2	1
89	G	Jl. Poboya	30	S	2	18	5	2	2	1	1	1	2	2	1
90	F	Jl. Dayodara 2	34	MGG	1	14,5	3	2	1	1	1	1	2	2	1
91	W	Jl. Poboya	19	RA	2	9	2	1	2	1	1	1	2	2	1
92	THU	Jl. Poboya	18	MAK	1	6,4	1	2	1	1	1	1	2	2	1
93	DG	Jl. Lagarutu	22	PA	2	11	2	2	2	1	1	1	1	1	1
94	MN	Jl. Puesalangga	38	RA	2	14,3	5	1	1	1	1	1	1	1	2
95	KM	Jl. Poboya	29	SD	1	12	4	2	1	1	1	1	2	2	1
96	D	Jl. Puesalangga	26	S	2	10	2	1	1	1	1	1	1	1	2
97	STR	Jl. Poboya	25	SN	2	10,5	3	2	2	1	1	1	2	2	1
98	AT	Jl. Poboya	21	M	1	12	3	1	2	1	1	1	2	2	1
99	JM	Jl. Poboya	28	NA	2	15	4	2	1	2	1	1	2	2	1
100	MN	Jl. Lagarutu	24	AS	1	10,4	2	2	1	2	1	1	1	1	1
101	A	Jl. Lagarutu	24	SB	1	9,6	2	2	1	2	1	1	1	1	1
102	A	Jl. Puesalangga	32	A	2	13,5	4	2	1	1	1	1	1	1	2
103	TW	Jl. Puesalangga	31	KB	1	10	2	1	2	1	1	1	1	1	2
104	AG	Jl. Basoka Vola	29	TE	2	12,5	2	2	2	2	1	1	1	1	1
105	DS	Jl. Basoka Vola	37	RCPS	2	11	2	2	1	1	1	1	1	1	1
106	M	Jl. Poboya	23	CR	2	11,8	2	1	1	1	1	1	2	2	1
107	MH	Jl. Lagarutu	29	A	2	12,5	3	2	1	2	1	1	1	1	1
108	K	Jl. Perintis	23	H	1	8,7	2	2	2	1	1	1	1	1	1
109	VG	Jl. Poboya	30	DU	2	14	3	2	2	1	2	1	2	2	1

Sheet1

Sheet2



Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
110	CA	Jl. Puesalangga	31	BW	1	10,8	2	2	1	2	1	1	1	1	2
111	A	Jl. Poboya	30	LM	2	9,6	2	2	2	1	1	1	2	2	1
112	TF	Jl. Dayodara	19	IA	2	7	1	2	2	2	1	1	1	1	1
113	U	Jl. Poboya	18	M	2	6,5	1	2	1	1	1	1	2	2	1
114	SW	Jl. Puesalangga	30	E	2	10,5	1	2	1	2	1	1	1	1	2
115	TL	Jl. Puesalangga	21	AW	2	10,8	2	2	1	2	1	1	1	1	2
116	MJ	Jl. Dayodara 2	29	I	2	11	3	2	2	1	1	1	1	1	1
117	EDH	Jl. Lagarutu	24	TL	2	6,5	1	2	1	1	1	1	1	1	1
118	TU	Jl. Puesalangga	19	S	2	11,8	3	2	1	1	1	1	1	1	2
119	S	Jl. Puesalangga	22	AT	2	9	2	2	1	1	1	1	1	1	2
120	AK	Jl. Dayodara	25	SR	2	10,9	3	2	2	1	1	1	1	1	1
121	A	Jl. Basoka Wola	30	MF	1	12	4	2	2	1	1	1	1	1	1
122	A	Jl. Basoka Wola	21	MH	1	8,9	2	2	2	1	1	1	1	1	1
123	KLM	Jl. Basoka Vola	26	RPT	2	4,8	1	2	1	1	1	1	1	1	1
124	SD	Jl. Puesalangga	26	D	2	12	3	1	2	1	1	1	1	1	2
125	AD	Jl. Puesalangga	30	T	2	12,5	4	2	2	1	2	1	1	1	2
126	H	Jl. Basoka Wola	34	S	2	12	4	2	1	1	1	1	1	1	1
127	MK	Jl. Puesalangga	18	MT	1	9,8	2	2	1	1	1	1	1	1	2
128	A	Jl. Dayodara 2	26	AP	2	9	2	2	1	1	1	1	2	2	1
129	RS	Jl. Poboya	33	TT	1	10	2	2	1	1	1	1	2	2	1
130	TUY	Jl. Poboya	31	MA	1	13,8	4	2	1	1	1	1	2	2	1
131	R	Jl. Poboya	25	D	2	11	2	2	1	2	1	1	2	2	1
132															

Sheet1

Sheet2



100%

Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

Keterangan

Jenis Kelamin :

- 1 = Laki-Laki
- 2 = Perempuan

Umur :

- 1 = <12 bulan
- 2 = 12-23 bulan
- 3 = 24-35 bulan
- 4 = 36-47 bulan
- 5 = 48-59 bulan

***Pneumonia* :**

- 1 = Memenuhi Syarat
- 2 = Tidak Memenuhi Syarat

Status ASI :

- 1 = Ya
- 2 = Tidak

Status Gizi :

- 1 = Ya
- 2 = Tidak

Imunisasi :

- 1 = Ya
- 2 = Tidak

Pajanan PM_{2,5} :

- 1 = Memenuhi Syarat
- 2 = Tidak Memenuhi Syarat

Jarak Pemukiman :

- 1 = Memenuhi Syarat
- 2 = Tidak Memenuhi Syarat

Suhu :

- 1 = Memenuhi Syarat
- 2 = Tidak Memenuhi Syarat

Kelembaban :

- 1 = Memenuhi Syarat
- 2 = Tidak Memenuhi syarat

Lampiran 7

Analisis Univariat

Jenis Kelamin

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Laki-Laki	51	39,8	39,8	39,8
	Perempuan	77	60,2	60,2	100,0
	Total	128	100,0	100,0	

Umur (Bulan)

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	<12 bulan	35	27,3	27,3	27,3
	12-23 bulan	40	31,3	31,3	58,6
	24-35 bulan	32	25,0	25,0	83,6
	36-47 bulan	16	12,5	12,5	96,1
	48-59 bulan	5	3,9	3,9	100,0
	Total	128	100,0	100,0	

pneumonia

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Sakit	32	25,0	25,0	25,0
	Tidak Sakit	96	75,0	75,0	100,0
	Total	128	100,0	100,0	

PM2,5

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Memenuhi Syarat	128	100,0	100,0	100,0

Jarak Pemukiman

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Memenuhi Syarat	68	53,1	53,1	53,1
	Tidak Memenuhi Syarat	60	46,9	46,9	100,0
	Total	128	100,0	100,0	

		Suhu			Cumulative
		Frequency	Percent	Valid Percent	Percent
Valid	Memenuhi Syarat	68	53,1	53,1	53,1
	Tidak Memenuhi Syarat	60	46,9	46,9	100,0
Total		128	100,0	100,0	

		Kelembaban			Cumulative
		Frequency	Percent	Valid Percent	Percent
Valid	Memenuhi Syarat	90	70,3	70,3	70,3
	Tidak Memenuhi Syarat	38	29,7	29,7	100,0
Total		128	100,0	100,0	

Analisis Bivariat

PM_{2,5} * *Pneumonia* Crosstabulation

		Crosstab			
		pneumonia		Total	
		Sakit	Tidak Sakit		
PM _{2,5}	Memenuhi Syarat	Count	32	96	128
		Expected Count	32,0	96,0	128,0
		% of Total	25,0%	75,0%	100,0%
Total		Count	32	96	128
		Expected Count	32,0	96,0	128,0
		% of Total	25,0%	75,0%	100,0%

Chi-Square Tests

	Value
Pearson Chi-Square	. ^a
N of Valid Cases	128

a. No statistics are computed because

PM_{2,5} is a constant.

Jarak Pemukiman * *Pneumonia* Crosstabulation

Crosstab

		pneumonia		Total	
		Sakit	Tidak Sakit		
Jarak Pemukiman	Memenuhi Syarat	Count	18	50	68
		Expected Count	17,0	51,0	68,0
		% of Total	14,1%	39,1%	53,1%
	Tidak Memenuhi Syarat	Count	14	46	60
		Expected Count	15,0	45,0	60,0
		% of Total	10,9%	35,9%	46,9%
Total	Count	32	96	128	
	Expected Count	32,0	96,0	128,0	
	% of Total	25,0%	75,0%	100,0%	

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2- sided)	Exact Sig. (2- sided)	Exact Sig. (1- sided)
Pearson Chi-Square	,167 ^a	1	,683		
Continuity Correction ^b	,042	1	,838		
Likelihood Ratio	,168	1	,682		
Fisher's Exact Test				,838	,420
Linear-by-Linear Association	,166	1	,684		
N of Valid Cases	128				

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 15,00.

b. Computed only for a 2x2 table

Suhu * *Pneumonia* Crosstabulation

Crosstab

			pneumonia		Total
			Sakit	Tidak Sakit	
Suhu	Memenuhi Syarat	Count	18	50	68
		Expected Count	17,0	51,0	68,0
		% of Total	14,1%	39,1%	53,1%
	Tidak Memenuhi Syarat	Count	14	46	60
		Expected Count	15,0	45,0	60,0
		% of Total	10,9%	35,9%	46,9%
Total		Count	32	96	128
		Expected Count	32,0	96,0	128,0
		% of Total	25,0%	75,0%	100,0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2- sided)	Exact Sig. (2- sided)	Exact Sig. (1- sided)
Pearson Chi-Square	,167 ^a	1	,683		
Continuity Correction ^b	,042	1	,838		
Likelihood Ratio	,168	1	,682		
Fisher's Exact Test				,838	,420
Linear-by-Linear Association	,166	1	,684		
N of Valid Cases	128				

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 15,00.

b. Computed only for a 2x2 table

Kelembaban * *Pneumonia* Crosstabulation

Crosstab

			pneumonia		Total
			Sakit	Tidak Sakit	
Kelembaban	Memenuhi Syarat	Count	20	70	90
		Expected Count	22,5	67,5	90,0
		% of Total	15,6%	54,7%	70,3%
	Tidak Memenuhi Syarat	Count	12	26	38
		Expected Count	9,5	28,5	38,0
		% of Total	9,4%	20,3%	29,7%
Total	Count	32	96	128	
	Expected Count	32,0	96,0	128,0	
	% of Total	25,0%	75,0%	100,0%	

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2- sided)	Exact Sig. (2- sided)	Exact Sig. (1- sided)
Pearson Chi-Square	1,248 ^a	1	,264		
Continuity Correction ^b	,798	1	,372		
Likelihood Ratio	1,213	1	,271		
Fisher's Exact Test				,273	,185
Linear-by-Linear Association	1,238	1	,266		
N of Valid Cases	128				

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 9,50.

b. Computed only for a 2x2 table

Lampiran 8

Dokumentasi



Gambar1. Pendataan responden menggunakan kuesioner penelitian di rumah balita dekat lokasi area pertambangan emas



Gambar2. Pengambilan sampel PM_{2,5} menggunakan alat ukur PM monitor di area pemukiman masyarakat



Gambar3. Pendataan responden menggunakan kuesioner penelitian di Posyandu



Gambar4. Pengambilan sampel PM_{2,5} menggunakan alat ukur PM counter di area jalur aktivitas pertambangan

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENELITI



Nur Aulia Salsabillah, memiliki nama panggilan Aulia atau Iya, lahir di Kota Manado, 26 Juni 2001. Anak ke-3 dari 6 bersaudara merupakan anak dari pasangan Bapak Ali Maksum dan Ibu Suhartiningsih. Penulis saat ini menetap di Kota Palu tepatnya di Jalan Sosiologi 1 Blok B7 No. 1 Perumahan Dosen Tondo.

Penulis memulai pendidikannya pada tahun 2007 di SDN Inpres 1 Lolu Palu, kemudian melanjutkan pendidikannya pada Sekolah Menengah Pertama di SMPN 4 PALU pada tahun 2013, kemudian penulis melanjutkan pendidikannya lagi di SMA AL-AZHAR MANDIRI PALU pada tahun 2016, setelah itu pada tahun 2019 penulis melanjutkan pendidikan Strata satu (S1) di Fakultas Kesehatan Masyarakat, Program Studi Kesehatan Masyarakat, Peminataan Biostatistik, KB, dan Kependudukan. Universitas Tadulako.