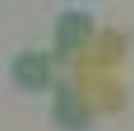


KAJIAN KEBERKAWALAN PM<sub>10</sub> PADA PERUMHO PERUMILKOP  
DARI WATA 30 PONDOK WATE, KEMAH SELATAN  
KABUPATEN MINGGIR, ANGGOTA  
MURKUTRACK TAHUN 2024

ABSTRAK

Salah satu Program Studi Sains dan Teknologi Lingkungan Politeknik  
Kendari bertujuan untuk meningkatkan kualitas lingkungan dengan menggunakan  
teknologi sensor berbasis IoT untuk memantau kualitas lingkungan.



Politeknik  
Kendari

068

RAHMAH HUSNAY  
NIM. 20111006

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK ANGGOTA LINGKUNGAN  
KEMENTERIAN PERKULIAHAN DAN KEMAH  
TAHUN 2024



PROTESTA E FORMALIZAÇÃO

Assinatura: [Assinatura] Data: [Data] Hora: [Hora]  
Local: [Local] Assinatura: [Assinatura]  
Assinatura: [Assinatura] Assinatura: [Assinatura]  
Assinatura: [Assinatura] Assinatura: [Assinatura]

Assinatura: [Assinatura] Assinatura: [Assinatura]  
Assinatura: [Assinatura] Assinatura: [Assinatura]  
Assinatura: [Assinatura] Assinatura: [Assinatura]

Assinatura: [Assinatura]  
Assinatura: [Assinatura]  
Assinatura: [Assinatura]

[Assinatura]  
Assinatura: [Assinatura]  
Assinatura: [Assinatura]

Assinatura: [Assinatura]

Assinatura: [Assinatura]

Assinatura: [Assinatura]

[Assinatura]

[Assinatura]

[Assinatura]

Assinatura: [Assinatura]  
Assinatura: [Assinatura]

Assinatura: [Assinatura]  
Assinatura: [Assinatura]

Assinatura: [Assinatura]  
Assinatura: [Assinatura]

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



1. Nama Lengkap : Rahmat Hidayat
2. Tempat/Tanggal Lahir : Bukit Tinggi, 27 Oktober 2000
3. Jenis Kelamin : Laki-laki
4. Alamat : Dusun 1 Pasar Kampar, Desa Kampar,  
Kecamatan Kampa, Kabupaten Kampar
5. Agama : Islam
6. No.telp/HP : 085282885499
7. Email : [dayatt32@gmail.com](mailto:dayatt32@gmail.com)

### Riwayat Pendidikan

No.	Riwayat Pendidikan	Tahun Lulus
1.	TK Pertiwi Al Wustha	2007
2.	SDN 001 Sawah Baru	2013
3.	MTS Islamic Centre Al Hidayah	2016
4.	MAS Islamic Centre Al Hidayah	2019
5.	Kemenkes Poltekkes Padang	2024

### PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Tang beranda tempat di bawah ini saya sudah mengisi

Nama Lengkap : Hafiza Hidayat

NIM : 202202040

Tanggal/Tanggal Lahir : 16-08-2004/27-08-2000

Tahun Masuk : 2020

Nama Pembimbing Akademik : Saadul Anwar, S.H.M., M.Kes

Nama Pembimbing Utama : Prof. Drs. SGM, M.Kes

Nama Pembimbing Penunjang : Mita Riana, S.KM, SRS

Menyatakan bahwa saya telah melakukan kegiatan plagiat dalam penelitian skripsi saya yang berjudul

"Analisis Risiko Pajanan PM<sub>10</sub> Pada Pekerja Produksi Genset Baru di Pabrik Baru Merak Kawasan Industri Wadilaga Kota Serang Kota Bahari (Juli Tahun 2020)"

Apabila nama dan saya terlibat atau terlibat: plagiat, maka saya akan bersedia untuk yang akan dituntut.

Menyatakan pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 12 Juli 2020

Mahasiswa



*[Handwritten Signature]*

(Hafiza Hidayat)

NIM. 202202040

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Analisis Risiko Paparan PM<sub>10</sub> Pada Pekerja Pembuatan Batu Bata di Pondok Batu Merah Kecamatan Mandiangin Koto Selayan Kota Bukittinggi Tahun 2024”**.

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

Selama proses pembuatan skripsi ini penulis tidak terlepas dari peran dan dukungan berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Erdi Nur, SKM, M.Kes selaku Pembimbing Utama dan Bapak Miladil Fitra, SKM, MKM selaku Pembimbing Pedamping yang telah mengarahkan, membimbing, dan memberikan masukan dengan penuh kesabaran dan perhatian dalam pembuatan skripsi ini. Serta kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini:

1. Ibu Renidayati, S.Kp, M.Kep, Sp.Jiwa selaku Direktur Politeknik Kesehatan Kemenkes Padang.
2. Ibu Hj. Awalia Gusti, S.Pd, M.Si selaku Ketua Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Kemenkes Padang.
3. Bapak Dr. Aidil Onasis, SKM, M.Kes selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Kemenkes Padang.
4. Bapak Basuki Ario Seno, SKM, M.Kes dan Bapak Afridon, ST, M.Si selaku dosen penguji.
5. Bapak/Ibu Dosen dan Staf Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Kemenkes Padang yang telah membimbing dan membantu

selama perkuliahan di Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Kemenkes Padang.

6. Teristimewa kepada kedua orang tua dan keluarga tercinta yang selalu mendo'akan dan memberikan support dan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan sebaik mungkin.
7. Sahabat tercinta yang selalu membantu menemani dan memberikan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

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

Padang, Juli 2024

RH

**Program Studi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan, Skripsi, Juni 2024**

**Rahmat Hidayat**

**Analisis Risiko Paparan PM<sub>10</sub> Pada Pekerja Pembuatan Batu Bata di Pondok Batu Merah Kecamatan Mandiangin Koto Selayan Kota Bukittinggi Tahun 2024**

Isi : xii + 71 halaman, 8 tabel, 4 gambar, 5 lampiran

### **ABSTRAK**

Kegiatan industri batu bata ini sangat berpotensi mengakibatkan pencemaran udara. Salah satu bahan pencemar udara yang dapat dihasilkan dari industri batu bata ini yaitu debu yang berukuran 10 $\mu$ m atau disebut juga *Particulate Matter* 10 (PM<sub>10</sub>). Tujuan penelitian ini untuk melakukan analisis risiko kesehatan lingkungan pada kegiatan pembuatan batu bata di Pondok Batu Merah, Kecamatan Mandiangin Koto Selayan, Kota Bukittinggi Tahun 2024.

Jenis penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan PM<sub>10</sub> untuk menganalisis kadar debu *particulate matter* 10 (PM<sub>10</sub>) pada pekerja batu bata di Pondok Batu Merah, Kecamatan Mandiangin Koto Selayan, Kota Bukittinggi Tahun 2024.

Identifikasi bahaya yang ditemukan pada proses titik pembakaran, titik pencetakan dan titik penggilingan. Konsentrasi *Particulate Matter* 10 (PM<sub>10</sub>) 3 titik sampling yaitu titik 1 proses penggilingan sebesar 3,3 mg/m<sup>3</sup>, titik 2 proses pencetakan sebesar 4,7 mg/m<sup>3</sup>, dan titik 3 proses pembakaran sebesar 7,75 mg/m<sup>3</sup>. Gangguan saluran pernafasan pada proses pekerja industri pondok batu bata yaitu 71,43%, Analisis paparan tertinggi dari asupan *realtime* proses pembakaran yaitu 0,824 mg/kg.hari. Nilai asupan tertinggi pada *lifetime* pada proses titik pencetakan sebesar 0.824 mg/kg.hari. Karakterisasi risiko semua pekerja RQ>1 memiliki risiko pada masa kerja *realtime* maupun *lifetime* dengan proyeksi 30 tahun.

Diharapkan pihak pekerja industri batu bata peduli terhadap kesehatan diri pekerjaannya dan bahaya paparan dari PM<sub>10</sub> dengan menggunakan alat pelindung diri seperti masker.

**Daftar Pustaka** : 27 ( 2014-2023)

**Kata Kunci** : Analisis, Risiko, PM<sub>10</sub>, Batu Bata



**Bachelor of Applied Environmental Sanitation Study Program Thesis, June 2024**

**Rahmat Hidayat**

**Risk Analysis Of Pm10 Exposure To Brick-Making Workers In Pondok Batu Merah, Mandiangin Koto Selayan District, Bukittinggi City In 2024**

Contents : xii + 71 pages, 8 tables, 4 figures, 5 appendices

### **ABSTRACT**

This brick industry activity has the potential to result in air pollution. One of the air pollutants that can be produced from the brick industry is dust that measures  $10\mu\text{m}$  or also called Particulate Matter 10 (PM10). The purpose of this study is to conduct an environmental health risk analysis on brick making activities in Pondok Batu Merah, Mandiangin Koto Selayan District, Bukittinggi City in 2024.

This type of research is descriptive research with the PM Exposure Environmental Health Risk Analysis method<sub>10</sub> to analyze particulate matter 10 (PM<sub>10</sub>) dust levels in brick workers in Pondok Batu Merah, Mandiangin Koto Selayan District, Bukittinggi City in 2024.

Identification of hazards found in the combustion point process, molding point and grinding point. The concentration of *Particulate Matter* 10 (PM<sub>10</sub>) 3 sampling points, namely point 1 of the grinding process of  $3,3 \text{ mg/m}^3$ , point 2 of the molding process of  $4,7 \text{ mg/m}^3$ , and point 3 of the combustion process of  $7,75 \text{ mg/m}^3$ . Respiratory tract disorders in the process of brick cottage industry workers are 71.43%, the highest exposure analysis of the realtime intake of the combustion process is  $0.824 \text{ mg / kg .day}$ . The highest intake value in the *lifetime of the* molding point process is  $0.824 \text{ mg/kg.day}$ . Risk characterization of all workers  $RQ > 1$  has a risk in *realtime* and *lifetime* work with a projection of 30 years.

It is expected that brick industry workers care about their workers' personal health and the dangers of exposure from PM<sub>10</sub> by using personal protective equipment such as masks.

**Bibliography :** 27 ( 2014-2023)

**Keywords :** Analysis, Risk, PM<sub>10</sub> , Bricks

## DAFTAR ISI

PERNYATAAN PERSETUJUAN .....	i
PERNYATAAN PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT .....	iii
KATA PENGANTAR .....	v
ABSTRAK .....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	6
C. Tujuan Penelitian .....	7
D. Manfaat Penelitian .....	8
E. Ruang Lingkup Penelitian .....	9
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>9</b>
A. <i>Particulate Matter</i> 10 (PM <sub>10</sub> ) .....	9
B. Batu Bata .....	15
C. Alat Pelindung Diri (APD) .....	19
D. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan.....	23
E. Kerangka Teori .....	31
F. Kerangka Konsep .....	33
G. Definisi Operasional .....	34
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>36</b>
A. Jenis Penelitian .....	36
B. Waktu dan Tempat.....	36
C. Populasi dan Sampel.....	36
D. Teknik dan Alat Pengumpulan Data.....	38
E. Instrumen Penelitian .....	38
F. Teknik Pengolahan Data.....	38
G. Analisis Data.....	39
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>42</b>
A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian.....	42
B. Hasil.....	43
C. Pembahasan .....	56

<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>68</b>
A. Kesimpulan.....	68
B. Saran .....	70
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bagan Alir Pembuatan Batu Bata.....	19
Gambar 2. 2 Kerangka Teori ARKL.....	32
Gambar 2. 3 Alur Pikir.....	33
Gambar 2. 4 Geografis Industri Pondok Batu Merah .....	42

## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Konsentrasi PM <sub>10</sub> di Industri Pondok Batu Merah Kecamatan Mandiangin Koto Selayan.....	43
Tabel 4. 2 Karakteristik Antropometri dan Pola Aktifitas Pekerja di Industri Pondok Batu Merah Kecamatan Mandiangin Koto Selayan.....	46
Tabel 4.3 Gambaran Keluhan Gangguan Pernapasan Pada Pekerja Pekerja di Industri Pondok Batu Merah Kecamatan Mandiangin Koto Selayan	47
Tabel 4. 4 Keluhan Gangguan Pernapasan Pernapasan Pada Pekerja di Industri Pondok Batu Merah Kecamatan Mandiangin Koto Selayan.....	47
Tabel 4. 5 Intake Realtime dan Intake Lifetime Pada Pekerja Industri Pondok Batu Merah Kecamatan Mandiangin Koto Selayan .....	49
Tabel 4. 6 Karakterisasi Risiko PM <sub>10</sub> Paparan Realtime Pada Pekerja di Industri Pondok Batu Merah Kecamatan Mandiangin Koto Selayan.....	50
Tabel 4. 7 Karakterisasi Risiko PM <sub>10</sub> Paparan lifetime Pada Pekerja di Industri Pondok Batu Merah Kecamatan Mandiangin Koto Selayan.....	51
Tabel 4. 8 Jenis Tanaman Yang Mampu Menyerap Debu Diluar Ruangan .....	65

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1 Tabel Analisis
- Lampiran 2 Perhitungan konsentrasi  $PM_{10}$
- Lampiran 3 Kuesioner
- Lampiran 4 Surat Keterangan Penelitian
- Lampiran 5 Dokumentasi Penelitian

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Undang-undang No. 17 tahun 2023 tentang kesehatan,<sup>1</sup> mengamanatkan bahwa pembangunan kesehatan bertujuan untuk meningkatkan kesadaran, kemauan, dan kemampuan hidup sehat bagi setiap orang agar terwujud derajat kesehatan masyarakat yang setinggi-tingginya, sebagai investasi bagi pembangunan sumber daya manusia yang produktif secara sosial dan ekonomis. Selanjutnya juga disebutkan bahwa setiap orang berhak mendapatkan lingkungan yang sehat bagi pencapaian derajat kesehatan. Hal tersebut juga dikuatkan dengan undang-undang No.32 tahun 2009 tentang perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup yang menyebutkan bahwa perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup bertujuan untuk menjamin keselamatan, kesehatan dan kehidupan manusia. Salah satu upayanya adalah melakukan Analisis Risiko, hal ini juga didukung oleh Peraturan Pemerintah no 66 tahun 2014 pada pasal 1 ayat 9 yang menyatakan Analisis Risiko adalah metode atau pendekatan untuk mengkaji lebih cermat terhadap potensi risiko kesehatan yang berkenaan dengan kualitas media lingkungan.<sup>2</sup>

Perkembangan industri yang semakin pesat baik di sektor formal maupun informal turut meningkatkan terpaparnya bahaya pada pekerja. Pada proses produksi pada sektor informal yang biasanya dilakukan secara tradisional. Pembuatan batu bata merupakan salah satu industri sektor informal yang banyak ditekuni oleh masyarakat Indonesia.<sup>3</sup> Salah satu

pekerjaan informal adalah menjadi pekerja di industri batu bata, yang merupakan bahan utama dalam pembangunan. Batu bata dibuat dari tanah liat yang dicampur dengan air dan melalui beberapa tahap proses, mulai dari penggalian tanah, pengolahan bahan mentah, pencetakan, pengeringan, hingga pembakaran pada suhu tinggi. Proses ini mengubah batu bata menjadi matang dan berubah warna.<sup>4</sup>

Kegiatan industri batu bata memiliki potensi besar untuk menyebabkan pencemaran udara. Salah satu polutan yang dihasilkan dari industri ini adalah debu berukuran  $10\mu\text{m}$ , yang dikenal sebagai *Particulate Matter* 10 ( $\text{PM}_{10}$ ).<sup>4</sup> *Particulate Matter* ( $\text{PM}_{10}$ ) adalah zat berbahaya yang dapat memicu berbagai masalah kesehatan. Partikel ini dapat masuk melalui hidung, tenggorokan, hingga mencapai paru-paru. Paparan *Particulate Matter* berdampak negatif, terutama pada paru-paru dan jantung. Penelitian menunjukkan bahwa paparan terhadap partikel ini berkaitan dengan peningkatan gejala gangguan pernapasan, seperti iritasi, batuk, dan kesulitan bernapas, penurunan fungsi paru, memperburuk asma, menyebabkan bronkitis kronis, serangan jantung ringan, serta kematian dini pada penderita penyakit jantung dan paru-paru..<sup>5</sup>

*Particulate Matter* ( $\text{PM}_{10}$ ) merupakan gabungan partikel yang kompleks, dan merupakan heterogen dari asap, jelaga, debu, garam, asam dan logam yang bervariasi dalam konsentrasi, ukuran, komposisi kimia, luas permukaan dan sumber asal. Partikel udara ini dalam wujud padat dengan diameter kurang dari  $10\mu\text{m}$  yang biasa disebut dengan  $\text{PM}_{10}$  yang diyakini para pakar lingkungan dan kesehatan masyarakat sebagai penyebab timbulnya



gangguan saluran pernapasan karena partikel yang ada pada  $PM_{10}$  dapat mengendap pada saluran pernapasan di daerah bronchi dan alveoli.<sup>6</sup>

Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) merupakan penyebab utama morbiditas dan mortalitas penyakit menular di dunia. Hampir empat juta orang meninggal setiap tahun akibat ISPA. Tingkat mortalitas sangat tinggi pada bayi, anak-anak dan orang lanjut usia, terutama di negara dengan pendapatan per kapita rendah dan menengah. Begitu pula, ISPA merupakan salah satu penyebab utama rawat jalan dan rawat inap di fasilitas pelayanan kesehatan terutama pada bagian perawatan anak (World Health Organization, 2008).<sup>7</sup>

Jumlah penderita ISPA menurut *World Health Organization* (WHO) tahun 2016 adalah 59.417 kasus dan diperkirakan di Negara berkembang berkisar 40-80 kali lebih tinggi dari Negara maju. Dari jumlah tersebut, 70 persen korban berasal dari negara berkembang. Menurut Kemenkes RI (2017), kasus ISPA mencapai 28%, dengan 533.187 kasus yang tercatat pada tahun 2016, di mana 18 provinsi di antaranya memiliki prevalensi di atas angka nasional. Selain itu, ISPA sering masuk dalam daftar 10 penyakit terbanyak di rumah sakit dan Puskesmas. Berdasarkan prevalensi ISPA menurut provinsi di Indonesia pada tahun 2018, diurutkan pertama dengan kejadian ISPA terbanyak yaitu Nusa Tenggara Timur sebanyak 15,4%, sedangkan Sumatera Barat berada di posisi 11 dari 34 provinsi di Indonesia sebanyak 9,5% (Kemenkes RI, 2018).<sup>8</sup>

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Atina Dilla Rahma bahwa hasil pengukuran konsentrasi  $PM_{10}$  selama 1 jam yang dilakukan oleh peneliti

pada empat lokasi sampling selama dua hari di industri batu bata di Kenagarian Sarilamak Kabupaten Lima Puluh Kota didapatkan hasil konsentrasi PM<sub>10</sub> melebihi NAB pada semua titik pengukuran, yaitu pada titik 1 sebesar 217 ug/m<sup>3</sup>, titik 2 sebesar 881 ug/m<sup>3</sup>, titik 3 sebesar 737 ug/m<sup>3</sup> dan pada titik 4 sebesar 670 ug/m<sup>3</sup>. Gambaran gangguan pernapasan pada individu paling banyak mengalami batuk pada dua minggu terakhir sebanyak 21 orang (38,9%), dan batuk disertai dahak sebanyak 11 orang (52,4%). Responden yang mengalami gangguan pernapasan selama bekerja di industri batu bata sebanyak 46 orang (85,2%) dan yang pernah mengalami gangguan pernapasan sebelum bekerja di industri batu bata sebanyak 2 orang (3,7%).<sup>9</sup>

Berdasarkan data dari Dinas Perdagangan dan Perindustrian Kota Bukittinggi, industri batu bata di Kota Bukittinggi sejumlah 94 industri. Jumlah ini cukup banyak jika dibandingkan dengan luas wilayah Kota Bukittinggi yaitu 25,24 km<sup>2</sup>. Hal ini mencerminkan keberagaman dan signifikansi sektor industri batu bata di wilayah ini.

Salah satu industri Pondok Batu Merah di Kecamatan Mandiangin Koto Selayan, Kota Bukittinggi. Industri ini mempekerjakan 7 orang, di mana para pekerja biasanya bekerja selama 8 jam sehari, dari pukul 08.00 WIB hingga 16.00 WIB, dengan waktu istirahat sekitar 1 jam. Proses pembuatan batu bata dimulai dengan menggiling tanah liat, yang kemudian dicampur dengan sedikit air dan dicetak menjadi bentuk kotak menggunakan cetakan kayu. Setelah dicetak, adonan dikeluarkan dan dijemur hingga kering, yang memerlukan waktu sekitar 2 minggu. Batu bata yang sudah kering kemudian

disusun dan dibakar. Proses pembakaran berlangsung selama 7 hari, biasanya menggunakan sekam sebagai bahan bakar. Selama proses ini, asap dan debu dari sekam dihasilkan, yang dapat mengganggu kesehatan para pekerja.

Berdasarkan pengamatan lapangan yang dilakukan oleh peneliti didapatkan bahwa pada lingkungan pekerja tersebut terdapat 3 pondok yaitu pondok pencetakan batu bata, pondok pengeringan dan pondok pembakaran batu bata. Lantai pada pondok ini masih menggunakan tanah timbunan, memiliki atap, namun tidak memiliki sekat dan dinding sehingga debu beterbangan dan tersebar dilingkungan kerja. Pada proses pembakaran, abu hasil pembakaran juga menghasilkan debu. Hal ini terlihat dari banyaknya debu yang berada di lingkungan kerja selama proses produksi serta terlihat banyak debu yang menempel dipakaian para pekerja. Karna pada proses pembakaran, batu bata tersebut dibakar dengan menggunakan kayu dan sekam padi yang dapat menimbulkan gangguan pernapasan, serta terlihat pada proses pemuatan batu bata ke dalam truk, banyak debu yang beterbangan. Dalam proses pembuatan batu bata ini pekerja tidak menggunakan Alat Pelindung Diri (APD), terutama alat pelindung pernapasan. Hal ini dapat berisiko terhadap pajanan debu pada pekerja yang berada di lingkungan kerja dan dapat menimbulkan risiko kesehatan jangka pendek maupun jangka panjang.

Berkaitan dengan alasan di atas dan belum pernah dilakukannya penelitian tentang pengukuran kadar debu di industri Pondok Batu Merah, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian terkait tingkat risiko kesehatan lingkungan pajanan  $PM_{10}$  pada pekerja industri batu bata di Pondok

Batu Merah, Kecamatan Mandiangin Koto Selayan, Kota Bukittinggi Tahun 2024

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana Analisis Risiko Pada Pekerja Pembuatan Batu Bata di Pondok Batu Merah, Kecamatan Mandiangin Koto Selayan, Kota Bukittinggi Tahun 2024.

## **C. Tujuan Penelitian**

### 1. Tujuan Umum

Melakukan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Pada Kegiatan Pembuatan Batu Bata di Pondok Batu Merah, Kecamatan Mandiangin Koto Selayan, Kota Bukittinggi Tahun 2024.

### 2. Tujuan Khusus

- a. Melakukan identifikasi bahaya ( $PM_{10}$ ) di industri Pondok Batu Merah, Kecamatan Mandiangin Koto Selayan, Kota Bukittinggi Tahun 2024.
- b. Mengetahui analisis dosis-respon di industri Pondok Batu Merah, Kecamatan Mandiangin Koto Selayan, Kota Bukittinggi Tahun 2024.
- c. Mengetahui analisis pemajanan di industri Pondok Batu Merah, Kecamatan Mandiangin Koto Selayan, Kota Bukittinggi Tahun 2024.

- d. Mengetahui karakterisasi risiko di industri Pondok Batu Merah, Kecamatan Mandiangin Koto Selayan, Kota Bukittinggi Tahun 2024.
- e. Pengelolaan dan komunikasi risiko di industri Pondok Batu Merah, apabila  $RQ > 1$

#### **D. Manfaat Penelitian**

##### a. Bagi Peneliti

Sebagai media penerapan ilmu dan menambah wawasan pengetahuan tentang analisi risiko kesehatan lingkungan serta dapat mengembangkan pola pikir dalam menentukan pengendalian permasalahan lingkungan di kawasan industri.

##### b. Bagi Pihak Industri

Diharapkan penelitian ini dapat menjadi sumber informasi mengenai gambaran tingkat konsentrasi  $PM_{10}$  dan menjadi tolak ukur dalam penanganan debu khususnya  $PM_{10}$  yang berisiko bagi pekerja di industri.

##### c. Bagi Institusi Pendidikan

Penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai tambahan informasi dan bahan kepustakaan bagi Jurusan Kesehatan Lingkungan dalam pengembangan ilmu dibidang kesehatan lingkungan khususnya tentang Analisa Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL).

### **E. Ruang Lingkup Penelitian**

Ruang lingkup penelitian ini mencakup analisis risiko pajanan  $PM_{10}$  pada pekerja di industri pembuatan batu bata di Pondok Batu. Merah di Kecamatan Mandiangin Koto Selayan, Kota Bukittinggi Tahun 2024.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. *Particulate Matter* 10 (PM<sub>10</sub>)

##### 1. Pengertian *Particulate Matter* 10 (PM<sub>10</sub>)

*Particulate Matter* (PM) merupakan salah satu dari 12 parameter pencemar udara yang terdapat di dalam PP No 22 tahun 2021. PM memiliki dampak paling berbahaya bagi kesehatan manusia karena kemampuannya yang dapat masuk sampai ke sistem pernapasan yang paling dalam. *Particulate Matter* 10 (PM<sub>10</sub>) adalah partikel kasar yang memiliki diameter aerodinamik kurang dari 10 mikrometer yang tersusun atas aluminosilikat dan oksida dari kerak, partikel debu jalan, pertanian, konstruksi, kejadian alam dan abu terbang hasil dari pembakaran bahan fosil seperti batu bara.<sup>6</sup>

*Particulate Matter* didefinisikan sebagai subdivisi kecil dari material padat tersuspensi dalam gas atau cair. PM terjadi akibat emisi langsung ke udara yang disebut partikulat primer dan melalui bentukan sekunder di atmosfer yang berasal dari emisi gas sulfur dioksida, nitrogen oksida, ammonia, dan campuran organik volatil bukan metana yang dihasilkan dari aktivitas kegiatan manusia, seperti pembangkit listrik, industri, transportasi dan proses alam.<sup>10</sup>

##### 2. Sifat *Particulate Matter* 10 (PM<sub>10</sub>)

Sifat-sifat umum dari debu partikulat yaitu:

a. Sifat Pengendapan

Sifat pengendapan pada debu merupakan sifat yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi dan berat molekul debu yang cenderung tertarik turun ke permukaan tanah atau lantai. Namun jika bobotnya terlalu kecil, maka debu tersebut akan selalu melayang-layang di udara karena pengaruh komponen dan aliran udara sekitarnya. Dengan metode basah berat molekul debu dapat ditambah, sehingga debu dapat mengendap dan turun ke lantai atau tanah.

b. Sifat Higroskopis

Permukaan partikel debu selalu terbungkus lapisan air yang tipis (fenomena aabsorpsi) yang menyebabkan debu itu selalu basah. Sifat ini memberikan kemungkinan debu untuk berikatan dengan bahan kimia lain. Faktor ini sangat penting dalam upaya pengendalian dan penangkapan debu di udara.

c. Sifat Penggumpalan

Sifat higroskopis debu yang selalu basah juga menyebabkan debu mudah untuk berikatan atau menempel dengan yang lain, sehingga menyebabkan terjadinya penggumpalan. Proses penggumpalan tersebut akan meningkat karena adanya pengaruh turbulensi udara di sekitar debu dan tingkat humiditas yang melampaui titik saturasi. Oleh karena itu, debu dapat merupakan



suatu inti dari suatu air yang terkonsentrasi dan menyebabkan partikel itu menjadi lebih besar.

d. Sifat Elektrostatik

Debu bersifat listrik statik sehingga memungkinkan debu untuk menarik partikel lain yang bermuatan listrik berbeda. Dalam suatu lingkungan kerja, kontak antara partikel debu yang berbeda muatannya ini akan mempercepat proses penggumpalan dan pengendapan

Sifat Optik Debu juga memiliki sifat dapat memantulkan cahaya (fenomena tyndall). Sifat ini dapat terlihat dengan jelas jika seberkas sinar akan menimpa debu dalam suatu kamar gelap.<sup>11</sup>

**3. Sumber *Particulate Matter 10* (PM<sub>10</sub>)**

Sumber pencemaran partikel dapat berasal dari peristiwa alami dan dapat juga berasal dari aktivitas manusia. Pencemaran partikel yang berasal dari alam adalah sebagai berikut :

- a. Debu tanah/pasir halus yang terbang terbawa oleh angin kencang.
- b. Abu dan bahan-bahan vulkanik yang terlempar ke udara akibat letusan gunung berapi.
- c. Semburan uap air panas di sekitar daerah sumber panas bumi di daerah pegunungan.

Sumber pencemaran partikel akibat aktivitas manusia sebagian besar berasal dari pembakaran batubara, proses industri, kebakaran hutan dan gas buangan alat transportasi. Debu adalah zat

padat yang dihasilkan oleh manusia atau alam dan merupakan hasil dari proses pemecahan suatu bahan. Debu adalah zat padat yang berukuran 0,1 – 25 mikron. Debu termasuk kedalam golongan partikulat. Yang dimaksud dengan partikulat adalah zat padat/cair yang halus, dan tersuspensi diudara, misalnya embun, debu, asap, fumes dan fog.<sup>5</sup>

Sumber partikulat sesuai dengan ukuran diameternya selengkapnya adalah sebagai berikut:

- a. Partikulat sangat halus/ultrafine (diameter  $\leq 0,1 \mu\text{m}$ ), berasal dari hasil pembakaran, hasil transformasi  $\text{SO}_2$  dan campuran organik di atmosfer serta hasil proses kimia pada temperatur tinggi.
- b. Partikulat mode akumulasi (diameter  $0,1 \mu\text{m}$  s/d  $3 \mu\text{m}$ ), berasal dari hasil pembakaran batu bara, minyak, bensin, solar dan kayu bakar, hasil transformasi  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$  dan campuran organik, serta hasil proses pada temperatur tinggi (peleburan logam, pabrik baja).
- c. Partikulat kasar/coarse ( $> 3 \mu\text{m}$ ), berasal dari resuspensi partikulat industri, jejak tanah di atas jalan raya, suspensi dari kegiatan yang mempengaruhi tanah (pertanian, pertambangan dan jalan tak beraspal), kegiatan konstruksi dan penghancuran, pembakaran minyak dan batu bara yang tidak terkendali, percikan air laut serta sumber biologi.<sup>12</sup>

#### 4. Dampak Kesehatan Akibat Paparan PM<sub>10</sub>

Ukuran partikel memegang peranan penting dalam menentukan lokasi menetapnya partikulat serta dampak yang ditimbulkan saat terhisap ke paru-paru. Partikel yang cukup besar biasanya akan tersaring di hidung dan tenggorokan serta tidak menimbulkan efek berbahaya.

Beberapa penelitian menghubungkan antara paparan pencemar partikulat dan beberapa gangguan sebagai berikut:

- a. Meningkatkan gejala gangguan pernafasan seperti iritasi, batuk-batuk, dan kesulitan bernafas.
- b. Menurunnya fungsi paru.
- c. Memperparah penyakit asma.
- d. Menimbulkan bronkitis kronis.
- e. Serangan jantung ringan.
- f. Kematian dini bagi penderita penyakit jantung dan paru-paru.<sup>5</sup>

kelolosan yang tinggi dari saringan pernafasan manusia dan bertahan di udara dalam waktu cukup lama. Tingkat bahaya semakin meningkat pada pagi dan malam hari karena asap bercampur dengan uap air. PM<sub>10</sub> tidak terdeteksi oleh bulu hidung sehingga bisa masuk ke paru-paru. Jika partikel tersebut terdeposit ke paru-paru akan menimbulkan peradangan saluran pernapasan, gangguan penglihatan dan iritasi kulit.<sup>13</sup>

#### 5. Nilai Baku Mutu PM<sub>10</sub>

Baku mutu PM<sub>10</sub> menurut Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 Tentang Pengendalian dan Pengelolaan Lingkungan Hidup

menyatakan bahwa kadar debu partikel 10 mikron di udara yang memenuhi syarat adalah tidak melebihi dari  $75\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

## 6. Pengambilan Sampel $\text{PM}_{10}$

Berdasarkan SNI 7119.15:2016 tentang Cara uji partikel dengan ukuran  $\leq 10 \mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10}$ ) menggunakan peralatan High Volume Air Sampler (HVAS) dengan metode gravimetric, Pengambilan sampel uji dilakukan melalui langkah-langkah berikut::

- a. Tempatkan alat uji pada posisi dan lokasi pengukuran sesuai dengan metode penentuan lokasi pengambilan sampel untuk pemantauan kualitas udara ambien yang diatur dalam SNI 19-7119.6..
- b. Letakkan filter pada tempat penampung filter (filter holder).
- c. pasang inlet selektif  $\text{PM}_{10}$ ;
- d. Sambungkan alat HVAS ke sumber catu daya. Nyalakan alat pengambil sampel selama  $24 \text{ jam} \pm 1 \text{ jam}$ , dan pantau serta catat laju alir udara dan temperatur setiap jam. Pastikan laju alir udara berada dalam rentang  $1,1 \text{ m}^3/\text{menit}$  hingga  $1,7 \text{ m}^3/\text{menit}$ . Juga, catat lokasi, tanggal, waktu, dan tekanan barometer.
- e. Pindahkan filter dengan hati-hati untuk memastikan tidak ada partikel yang terlepas. Lipat filter sehingga bagian yang mengandung contoh uji berada di dalam lipatan. Simpan filter dalam wadah penyimpanan filter dan berikan identitas yang sesuai..<sup>14</sup>

## **B. Batu Bata**

### **1. Pengertian Batu Bata**

Batu Bata adalah bahan bangunan yang telah lama dikenal dan dipakai oleh masyarakat baik di pedesaan atau perkotaan yang berfungsi untuk bahan konstruksi. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya pabrik batu bata yang dibangun masyarakat untuk memproduksi batu bata. Penggunaan batu bata banyak digunakan untuk aplikasi teknik sipil seperti dinding pada bangunan gedung, bendungan, saluran dan pondasi.<sup>15</sup>

Batu bata merah adalah salah satu unsur bangunan dalam pembuatan konstruksi bangunan yang terbuat dari tanah liat ditambah air dengan atau tanpa bahan campuran lain melalui beberapa tahap pengerjaan, seperti menggali, mengolah, mencetak, mengeringkan, membakar pada temperatur tinggi hingga matang dan berubah warna, serta akan mengeras seperti batu setelah didinginkan hingga tidak dapat hancur lagi bila direndam dalam air.<sup>16</sup>

### **2. Proses Pembuatan Batu Bata**

Swardono dalam jurnal Miftakhul Huda dan Erna Hastuti mengatakan proses pembuatan batu bata yang melalui beberapa tahapan, meliputi penggalan bahan mentah, pengelolaan bahan, pembentukan, pengeringan, pembakaran, pendinginan, dan pemilihan (seleksi). Adapun tahap-tahap pembuatan batu bata, yaitu sebagai berikut:

- a. Penggalan Bahan Mentah, sebaiknya dicarikan tanah yang tidak terlalu plastis, melainkan tanah yang mengandung sedikit pasir

untuk menghindari penyusutan. Penggalian dilakukan pada tanah lapisan paling atas kira-kira setebal 40-50 cm, sebelumnya tanah dibersihkan dari akar pohon, plastik, daun, dan sebagainya agar tidak ikut terbawa. Kemudian menggali sampai ke bawah sedalam 1,5-2,5 meter tergantung kondisi tanah. Tanah yang sudah digali dikumpulkan dan disimpan pada tempat yang terlindungi. Semakin lama tanah disimpan, maka akan semakin baik karena menjadi lapuk. Tahap tersebut dimaksudkan untuk membusukkan organisme yang ada dalam tanah liat.

- b. Pengelolaan Bahan Mentah, Tanah liat sebelum dibuat batu bata merah harus dicampur secara merata yang disebut dengan pekerjaan pelumatan dengan menambahkan Kekurangan air. Air yang digunakan dalam proses pembuatan batu bata harus air bersih, bukan air keras, yang tidak mengandung garam yang larut dalam air seperti garam meja, air yang digunakan sekitar 20% dari bahan lainnya. Pencampuran dapat dilakukan dengan berjalan kaki atau dengan tangan. Bahan adonan yang ditambahkan selama proses harus tercampur rata dengan tanah liat. Bahan baku jadi dibiarkan selama 2 sampai 3 hari sebelum pengecoran cetakan agar partikel tanah liat dapat menyerap air menjadi lebih stabil, sehingga cetakan menyusut secara merata.
- c. Pembentukan Batu Bata, Bahan baku yang telah disimpan selama 2-3 hari dan memiliki sifat plastis yang diinginkan, kemudian

dibentuk dengan alat kayu atau kaca sesuai standar ukuran SNI S-04-1989-F atau SII-0021-78. Agar tanah liat tidak menempel pada cetakan, pertama-tama basahi cetakan kayu atau kaca dengan air. Lantai dasar percetakan bata merah harus rata dan ditaburi abu. Langkah pertama untuk pengecoran batu adalah meletakkan cetakan di atas alas cetakan, kemudian tanah liat yang sudah disiapkan ditempatkan secara manual di bingkai cetakan dengan menekan sampai tanah liat memenuhi semua sudut bingkai cetakan. Cetakan tersebut kemudian diangkat dan batu kasar yang terbuat dari cetakan tersebut dijemur di bawah sinar matahari. Adobe kemudian dikumpulkan di area terlindung untuk diangin-anginkan.

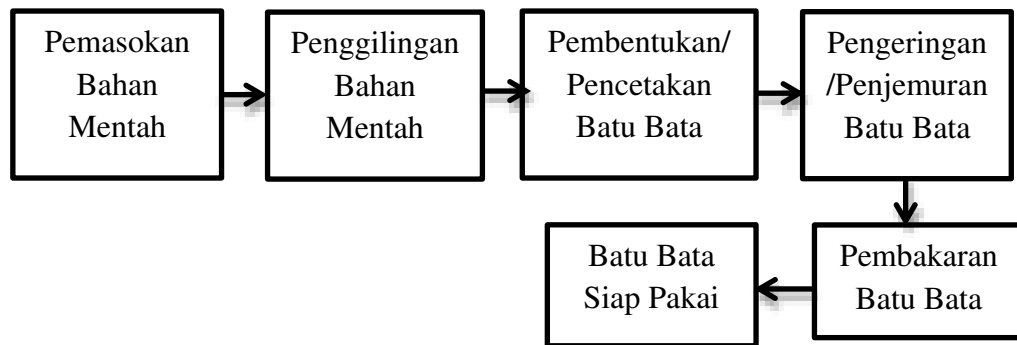
- d. Pengerinan Batu Bata Merah, Penjemuran bata akan lebih baik, sehingga bisa dilakukan secara bertahap agar panas matahari tidak langsung turun. Perlu memasang penutup plastik. Jika proses pengerinan terlalu cepat yaitu jika sinar matahari terlalu terik akan menyebabkan keretakan pada bata. Kemudian batubata yg sudah berumur hari-hari dibalik. Setelah cukup kering, batubata tersebut ditumpuk menyilang satu sama lain agar terkena angin. Proses pengerinan batu bata memerlukan waktu dua hari jika kondisi cuacanya baik. Sedangkan pada kondisi udara lembab, maka proses pengerinan batu bata sekurang-kurangnya satu minggu.

e. e. Pembakaran batu bata tidak hanya bertujuan mencapai suhu yang diinginkan, tetapi juga harus memperhatikan kecepatan pembakaran untuk mencapai suhu tersebut dan proses pendinginan. Selama proses pembakaran, tanah liat mengalami perubahan fisik, kimia, dan mineralogi. Proses ini harus berjalan dengan seimbang, mengikuti kenaikan suhu dan kecepatan suhu. Beberapa tahapan penting yang harus diperhatikan meliputi::

- 1) Tahap pertama adalah penguapan (pengeringan), yaitu proses pengeluaran air dari bahan, yang berlangsung hingga mencapai temperatur sekitar 120°C.
- 2) Tahap oksidasi, di mana sisa-sisa bahan organik (karbon) dalam tanah liat terbakar. Proses ini terjadi pada suhu antara 650°C hingga 800°C..
- 3) Tahap pembakaran penuh, batu bata dibakar hingga matang dan terjadi proses sintersing hingga menjadi bata padat. Temperatur matang bervariasi antara 920C1020C tergantung pada sifat tanah liat yang dipakai.
- 4) Tahap penahanan pada tahap ini terjadi penahanan temperatur itu harus dilakukan perlahan agar bata tidak jatuh. antara lain: retakan, noda hitam pada batu bata, bangunan, dll.

Berikut alur proses pembuatan batu bata dari bahan mentah hingga batu bata siap pakai :





**Gambar 2. 1 Bagan Alir Pembuatan Batu Bata**

### C. Alat Pelindung Diri (APD)

#### 1. Pengertian Alat Pelindung Diri (APD)

Alat Pelindung Diri (APD) merupakan suatu perangkat yang digunakan oleh pekerja demi melindungi dirinya dari potensi bahaya serta kecelakaan kerja yang kemungkinan dapat terjadi di tempat kerja. Penggunaan APD oleh pekerja saat bekerja merupakan suatu upaya untuk menghindari paparan risiko bahaya di tempat kerja. Walaupun upaya ini berada pada tingkat pencegahan terakhir, namun penerapan alat pelindung diri ini sangat dianjurkan.<sup>17</sup> Pemakaian APD berperan penting terhadap kesehatan dan keselamatan kerja. Pemakaian APD memerlukan penyesuaian diri yang akan mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan atau luka-luka dan juga mencegah penyakit akibat kerja yang akan diderita tenaga kerja beberapa tahun kemudian.<sup>18</sup>

## 6. Jenis Alat Pelindung Diri (APD)

Berdasarkan fungsinya, jenis alat pelindung diri diatur dalam Pasal 3 ayat (1) dan (2) Permenaker 8/2010 meliputi :

- a. Pelindung Kepala, berfungsi melindungi kepala dari benturan benda keras yang meluncur dari atas, serta dapat melindungi dari paparan radiasi panas, percikan-percikan api, serta bahayabahaya lain yang dapat membahayakan area kepala. Jenis-jenis alat pelindung kepala terdiri dari helm pengaman (*safety helmet*), topi atau tudung kepala, penutup atau pengaman rambut.
- b. Pelindung mata dan muka, berfungsi untuk melindungi mata dan muka dari masuknya debu ataupun partikel-partikel yang bias mengakibatkan iritasi pada mata dan muka yang biasanya disebabkan aktivitas seperti pengelasan, pemotongan logam dan pekerjaan yang memungkinkan pekerja terkena panas, silau, ultraviolet atau radiasi. Jenis-jenis alat pelindung mata dan muka meliputi kacamata pengaman (*spectacles*), tameng muka (*face shield*), masker selam, dan kacamata pengaman yang terintegrasi (*full face mask*).
- c. Pelindung telinga berfungsi untuk melindungi telinga dari kebisingan dan tekanan. Jenis alat pelindung telinga meliputi sumbat telinga (*ear plug*) dan penutup telinga (*ear muff*).
- d. Pelindung pernapasan berfungsi melindungi organ pernapasan dengan cara menyalurkan udara bersih dan sehat serta menyaring cemaran bahan kimia, mikroorganisme, partikel yang berupa debu, kabut

(*aerosol*), uap, asam, dan sebagainya. Jenis-jenis alat pelindung pernapasan meliputi masker, respirator, katrit, kanister, dan lain-lain.

- e. Pelindung tangan, berfungsi melindungi tangan dan jari tangan dari benturan, pukulan, gerasan bahan kimia, suhu panas dan dingin, dan arus listrik. Biasanya alat pelindung tangan terdiri dari sarung tangan yang terbuat dari bahan logam, kulit, kain kanvas, dan kain yang menggunakan bahan pelapis misalnya karet yang berguna untuk melindungi tangan dari bahan kimia.
- f. Pelindung kaki, berfungsi melindungi kaki dari timpahan atau benturan benda berat, menghindari tusukan benda tajam, cipratan cairan panas atau dingin, dan bahan kimia lainnya.
- g. Pakaian pelindung, berfungsi melindungi badan dari bahaya temperatur suhu yang ekstrem, selain itu melindungi benturan dengan mesin, dan radiasi. Jenis-jenis pakaian pelindung terdiri atas rompi (*vests*), celemek (*apron/coveralls*), dan jaket.
- h. Alat pelindung jatuh perorangan, berfungsi membatasi pergerakan pekerja agar tidak masuk ke area yang memiliki resiko jatuh, selain itu menjaga pekerja agar aman pada posisi kerja yang diinginkan seperti posisi dalam keadaan miring maupun keadaan tergantung dan menahan agar pekerja tidak terjatuh dan membentur lantai dasar. Jenis-jenis alat pelindung jatuh perorangan meliputi dari sabuk pengaman tubuh (*harness*), tali koneksi (*lanyard*), tali pengaman (*safety rope*), alat

penjepit tali (*rope clamp*), alat penurun (*descender*), dan alat penahan jatuh bergerak (*mobile fall arrester*).

- i. Pelampung, berfungsi melindungi pekerja yang bekerja di atas air atau di permukaan air agar terhindar dari bahaya tenggelam, selain berfungsi untuk mengatur keterapungan (*buoyancy*) agar pekerja dapat berada di posisi tenggelam (*negative buoyant*) atau melayang (*neutral buoyant*) di dalam air. Jenis-jenis pelampung meliputi jaket keselamatan (*life jacket*), rompi keselamatan (*life vest*), dan rompi pengatur keterapungan (*buoyancy control device*).<sup>19</sup>

Peralatan perlindungan diri yang dapat dikatakan efektif jika :

- a. Sesuai dengan bahaya yang dihadapi di tempat kerja .
- b. Cocok bagi pekerja yang akan menggunakannya
- c. Tidak mengganggu alat pelindung diri yang lain yang dipakai secara bersamaan.
- d. Terbuat dari bahan material yang tahan terhadap bahaya tersebut.
- e. Tidak mengganggu kerja dari operator yang sedang bertugas.
- f. Konstruksi yang dimiliki sangat kuat .
- g. Tidak meningkatkan resiko pada pemakainya.<sup>20</sup>

Kewajiban memberikan perlindungan atas tersedianya Alat Pelindung Diri terdapat dalam Pasal 9 UU 1/1970 yang menjelaskan bahwa pada saat pekerja telah resmi diterima berkerja dan memulai pekerjaannya, maka pengusaha memiliki kewajiban untuk memberikan penjelasan kepada pekerja terkait

- a. Kondisi dan bahaya yang dapat timbul dalam lingkungan kerja.
- b. Menjelaskan seluruh pengaman dan alat-alat perlindungan yang wajib dikenakan saat bekerja.
- c. Memberikan alat pelindung diri yang sesuai kepada pekerja.
- d. Serta menjelaskan cara dan sikap aman saat melakukan pekerjaannya.<sup>19</sup>

#### **D. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan**

##### **1. Paradigma analisis risiko**

Mengacu pada *Risk Assesment and Management Handbook* tahun 1996, analisis risiko mengenal dua istilah yaitu *risk analysis* dan *risk assesment*. Risk assesment meliputi 3 komponen yaitu penelitian, assesmen risiko (*risk assesment*) atau ARKL dan pengelolaan risiko. Di dalam prosesnya, analisis risiko dapat diilustrasikan sebagai berikut :

- a. Penelitian dimaksudkan untuk membangun hipotesis, mengukur, mengamati dan merumuskan efek dari suatu bahaya ataupun agent risiko dilingkungan terhadap tubuh manusia, baik yang dilakukan secara laboratorium, maupun penelitian lapangan dengan maksud untuk mengetahui efek, respon atau perubahan pada tubuh manusia terhadap dosis, dan nilai referensi yang aman bagi tubuh dari agent risiko tersebut.
- b. Asesmen risiko (*risk assesment*) atau ARKL dilakukan dengan maksud untuk mengidentifikasi bahaya apa saja yang membahayakan, memahami hubungan antara dosis agen risiko dan

respon tubuh yang diketahui dari berbagai penelitian, mengukur seberapa besar pajanan agen risiko tersebut, dan menetapkan tingkat risiko dan efeknya pada populasi.

- c. Pengelolaan risiko dilakukan apabila asesmen risiko menetapkan tingkat risiko suatu agen risiko tidak aman atau tidak bisa diterima pada suatu populasi tertentu melalui langkah-langkah pengembangan opsi regulasi, pemberian rekomendasi teknis serta sosial-ekonomi- politis, dan melakukan tindak lanjut.<sup>2</sup>

## **2. Agent risiko, pajanan, dosis dan dampak**

Dampak buruk terhadap kesehatan yang ditimbulkan oleh agen risiko terjadi karena adanya pemajanan dengan dosis dan waktu yang cukup. Suatu organisme, sistem, sub/populasi terpajan agen risiko di lingkungan melalui beberapa jalur pemajanan ( jalur pajanan inhalasi, jalur pajanan oral, jalur pajanan kontak kulit).<sup>2</sup>

## **3. Langkah Analisis Risiko Lingkungan**

### **a. Identifikasi Bahaya (*Hazard Identification*)**

Identifikasi bahaya adalah langkah pertama dalam ARKL yang bertujuan untuk mengidentifikasi agen risiko yang berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan apabila terpapar. Selain itu, tahap ini juga dapat mencakup penilaian gejala-gejala gangguan kesehatan yang terkait dengan agen risiko tersebut. Proses ini harus menjawab pertanyaan mengenai jenis agen risiko spesifik yang dapat menyebabkan bahaya, dimedia lingkungan yang mana agen

risiko eksiting, seberapa besar kandungan/konsentrasi agen risiko di media lingkungan, gejala kesehatan apa yang potensial.<sup>21</sup>

b. Analisis Dosis-Respon (*Dose-Response Assessment*)

Setelah melakukan identifikasi bahaya (seperti agen risiko, konsentrasi, dan media lingkungan), tahap selanjutnya adalah analisis dosis-respons. Pada tahap ini, nilai RfD (*Reference Dose*), RfC (*Reference Concentration*), dan/atau SF (*Safety Factor*) dari agen risiko yang menjadi fokus ARKL harus dicari, serta efek-efek yang mungkin ditimbulkan oleh agen risiko tersebut pada tubuh manusia harus dipahami. Analisis dosis-respons ini tidak selalu memerlukan penelitian eksperimental sendiri, melainkan dapat dilakukan dengan merujuk pada literatur yang tersedia. Langkah ini bertujuan untuk::

- 1) Mengidentifikasi jalur pajanan (*pathways*) yang memungkinkan agen risiko memasuki tubuh manusia..
- 2) Memahami perubahan gejala atau efek kesehatan yang terjadi sebagai akibat dari peningkatan konsentrasi atau dosis agen risiko yang masuk ke dalam tubuh.
- 3) Mengetahui nilai dosis referensi (RfD), konsentrasi referensi (RfC), atau faktor kemiringan (SF) dari agen risiko tersebut, dengan rumus :

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

c. Analisis Pemajanan (*Exposure Assessment*)

Setelah melakukan langkah 1 dan 2, selanjutnya dilakukan analisis pemajanan yaitu dengan mengukur atau menghitung intake/asupan 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 seperti BLH, Dinas Kesehatan, LSM, dll), dan asumsi yang didasarkan pertimbangan yang logis atau menggunakan nilai default yang tersedia. Rumus perhitungan yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$I_{nk} = \frac{C \times R \times t_E \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{avg}}$$

Keterangan :

$I_{nk}$  = asupan (intake) (mg/kg.hari)

C = konsentrasi agen risiko (mg/m<sup>3</sup>)

R = laju asupan atau konsumsi (0,83 m<sup>3</sup> /jam untuk inhalasi)

$t_E$  = waktu pajanan (jam/hari)

$f_E$  = frekuensi pajanan (hari/tahun)



$D_t$  = durasi pajanan (tahun)

$W_b$  = berat badan (kg)

$t_{avg}$  = periode rata-rata harian (30 tahun x 365 hari/tahun untuk zat non karsinogenik).

Jika nilai intake masih lebih rendah daripada nilai RfD/RfC, maka intake yang paling berisiko dapat dihitung menggunakan rumus:

$$I_{nk}(C_{maksimal}) = \frac{C \times R \times t_E \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{avg}}$$

d. Karakterisasi Risiko (*Risk Characterization*)

Langkah ARKL yang terakhir adalah karakterisasi risiko yang dilakukan untuk menetapkan tingkat risiko atau dengan kata lain menentukan apakah agen risiko pada konsentrasi tertentu yang dianalisis pada ARKL berisiko menimbulkan gangguan kesehatan pada masyarakat (dengan karakteristik seperti berat badan, laju inhalasi/konsumsi, waktu, frekuensi, durasi pajanan tertentu) atau tidak. Karakteristik risiko dilakukan dengan membandingkan / membagi intake dengan dosis/konsentrasi agen risiko tersebut. Variabel yang digunakan untuk menghitung tingkat risiko adalah intake (yang didapat dari analisis pemajanan) dan dosis referensi (RfD)/ konsentrasi referensi (RfC) yang didapat dari literatur yang ada.

Karakterisasi risiko adalah proses memperkirakan kejadian

efek kesehatan akibat berbagai pajanan yang telah dijelaskan di analisis pajanan. Karakteristik risiko dilakukan dengan menggabungkan analisis pajanan dan dosis respon. Karakterisasi risiko dinyatakan dalam *Risk Quotient (RQ)* untuk efek nonkarsinogenik. Nilai *RQ* dihitung dengan membagi nilai asupan nonkarsinogenik dengan nilai dosis referensi (*RfD* atau *RfC*). Risiko kesehatan ada atau tinggi dan perlu dikendalikan jika  $RQ > 1$ , jika  $RQ \leq 1$ , risiko tidak perlu dikendalikan tetapi segala kondisi harus dipertahankan agar nilai numerik *RQ* tidak melebihi 1.

$$RQ = \frac{I}{RfC}$$

Keterangan :

RQ = tingkat risiko

I = asupan (intake) dari hasil perhitungan penilaian pajanan (mg/kg.hari)

RfC = dosis atau konsentrasi referensi secara inhalasi (mg/kg.hari)

Narasi yang digunakan dalam penyederhanaan interpretasi risiko agar dapat diterima oleh khalayak atau publik harus memuat sebagai berikut :

- 1) Pernyataan risiko (aman atau tidak aman).
- 2) Jalur pajanan atau dasar perhitungan (inhalasi atau ingesti).
- 3) Konsentrasi agen risiko atau dasar perhitungan.

- 4) Populasi yang berisiko .
- 5) Kelompok umur populasi dasar perhitungan.
- 6) Berat badan populasi atau dasar perhitungan.
- 7) Frekuensi pajanan atau dasar perhitungan.
- 8) Durasi pajanan atau dasar perhitungan.<sup>21</sup>

#### 4. Pengelolaan Risiko

Setelah melakukan keempat langkah ARKL, maka telah dapat diketahui apakah suatu agen risiko aman/dapat diterima atau tidak. Pengelolaan risiko bukan termasuk langkah ARKL melainkan tindak lanjut yang harus dilakukan apabila hasil karakterisasi risiko menunjukkan tingkat risiko yang tidak aman ataupun unacceptable. Dalam melakukan pengelolaan risiko perlu dibedakan antara strategi pengelolaan risiko dan cara pengelolaan risiko yaitu :

##### a. Strategi Pengelolaan Risiko

##### 1. Penentuan Konsentrasi Aman ( $C$ )

$$C_{Enk(aman)} = \frac{RfC \times W_b \times t_{avg}}{R \times t_E \times f_E \times D_t}$$

##### 2. Penentuan Waktu Pajanan Aman ( $t_E$ )

$$t_{Enk(aman)} = \frac{RfC \times W_b \times t_{avg}}{C \times R \times f_E \times D_t}$$

##### 3. Penentuan frekuensi pajanan aman ( $f_E$ )

$$f_{Enk(aman)} = \frac{RfC \times W_b \times t_{avg}}{C \times R \times t_E \times D_t}$$

#### 4. Penentuan durasi pajanan aman ( $D_t$ )

$$D_{tnk}(\text{aman}) = \frac{RfC \times W_b \times t_{avg}}{C \times R \times t_E \times f_E}$$

#### b. Cara Pengelolaan

Pengelolaan risiko memerlukan penggunaan energi yang tepat serta metode yang sesuai. Pengelolaan risiko dapat dilakukan dengan tiga pendekatan berikut:

##### 1) Pendekatan teknologi

Pengelolaan risiko dengan memanfaatkan teknologi yang tersedia mencakup penggunaan alat, bahan, metode, dan teknik tertentu. Contoh pengelolaan risiko dengan pendekatan teknologi antara lain : penerapan penggunaan IPAL, pengolahan / penyaringan air, modifikasi cerobong asap, penanaman tanaman penyerap polutan, dll.

##### 2) Pendekatan sosial - ekonomi

Pengelolaan risiko menggunakan pendekatan sosial ekonomis berupa melibatkan pihak lain, efisiensi proses, substitusi, dan penerapan sistem kompensasi. Contoh pengelolaan risiko dengan pendekatan sosial – ekonomis antara lain : 3R (reduce, reuse, dan recycle) limbah, pemberdayaan masyarakat yang berisiko, pemberian kompensasi pada masyarakat yang terkena dampak, permohonan bantuan

pemerintah akibat keterbatasan pemrakarsa (pihak yang bertanggung jawab mengelola risiko), dan

### 3) Pendekatan institusional

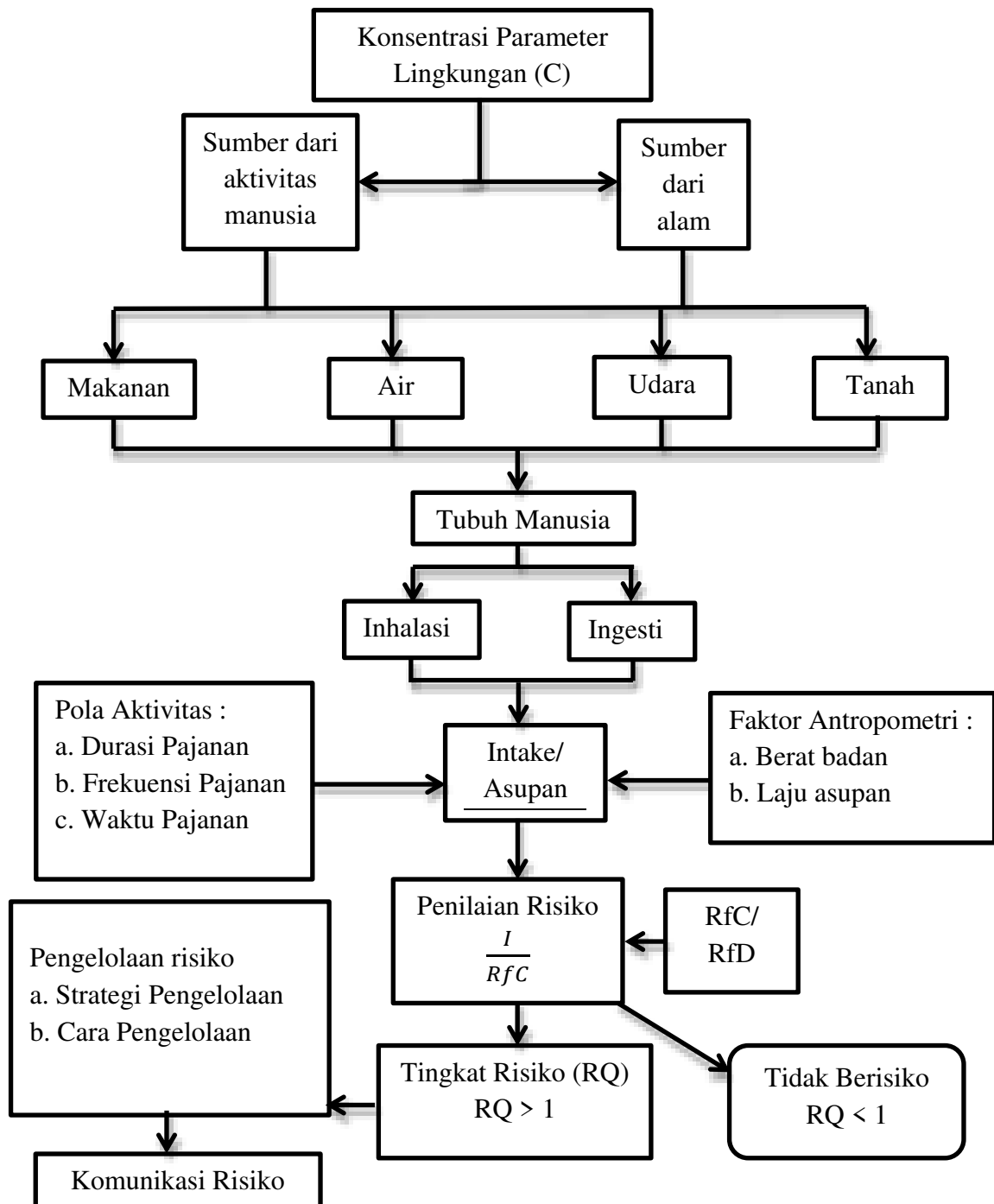
Pengelolaan risiko dengan menempuh jalur dan mekanisme kelembagaan dengan cara melakukan kerjasama dengan pihak lain. Contoh pengelolaan risiko dengan pendekatan institusional antara lain : kerjasama dalam pengolahan limbah B3, mendukung pengawasan yang dilakukan oleh pemerintah, menyampaikan laporan kepada instansi yang berwenang, dll.<sup>21</sup>

## **5. Komunikas Risiko**

Komunikasi risiko dilakukan untuk menyampaikan informasi risiko pada masyarakat (populasi yang berisiko), pemerintah, dan pihak yang berkepentingan lainnya. Komunikasi risiko merupakan tindak lanjut dari pelaksanaan ARKL dan merupakan tanggung jawab dari pihak yang menyebabkan terjadinya risiko. Bahasa yang digunakan haruslah bahasa umum dan mudah dipahami, serta memuat seluruh informasi yang dibutuhkan tanpa ada yang ditutup-tutupi.<sup>21</sup>

## **E. Kerangka Teori**

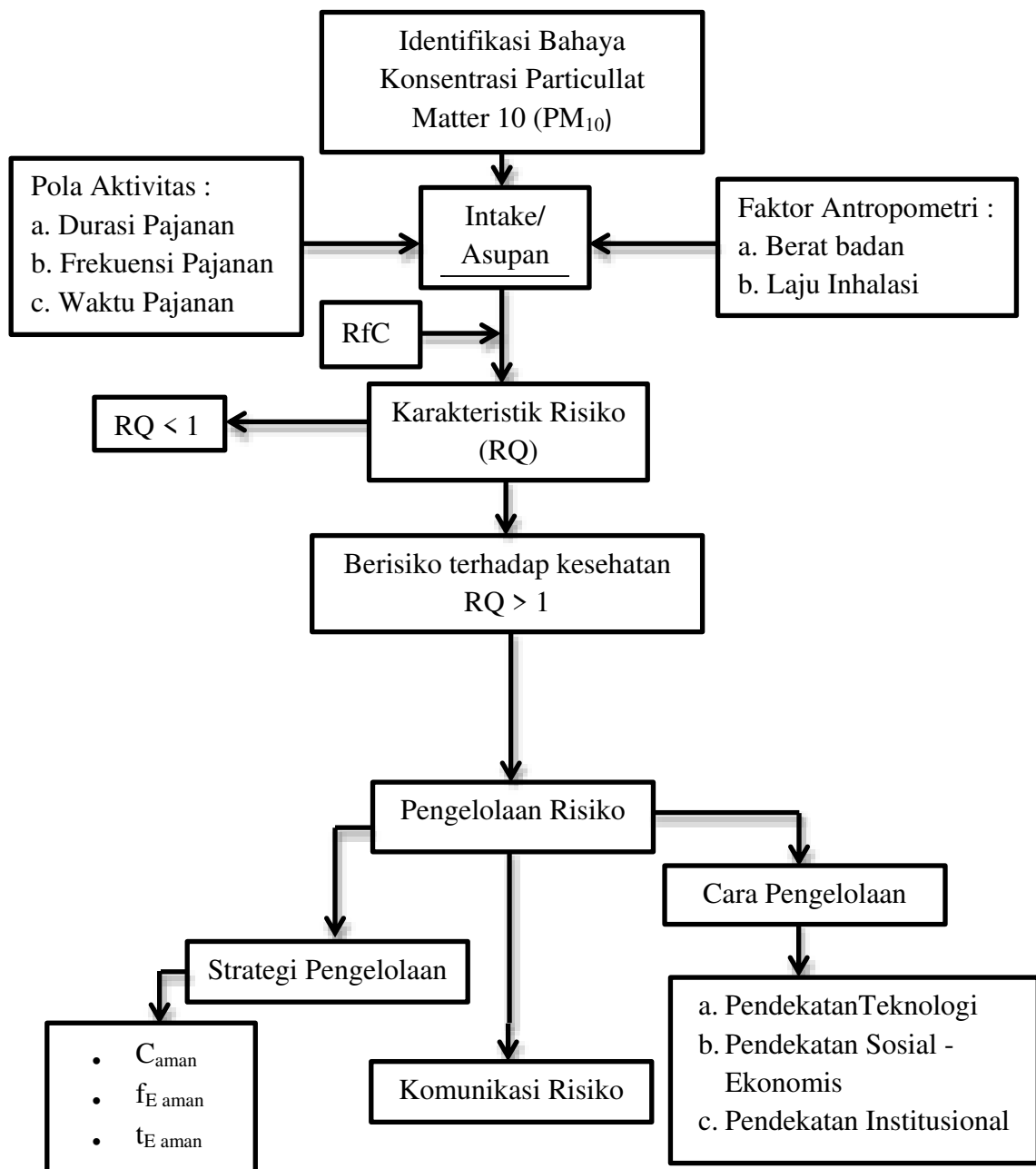
Kerangka teori ini merupakan modifikasi dari kerangka konseptual ARKL (Direktorat Jendral PP dan PL, 2012), Prinsip Dasar, Metode, dan Aplikasi Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (Rahman, 2014)



Gambar 2. 2 Kerangka Teori ARKL.<sup>21 22</sup>

## F. Kerangka Konsep

Dalam penelitian ini dilakukan penyederhanaan pemikiran dan memfokuskan penelitian pada permasalahan. Penelitian ini di fokuskan pada analisis risiko kesehatan Lingkungan Pajanan  $PM_{10}$ .



Gambar 2. 3 Alur Pikir

## G. Definisi Operasional

**Tabel 2. 1 Definisi Operasional**

No	Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Cara Ukur	Hasil Ukur
1	Identifikasi Bahaya (konsentrasi PM <sub>10</sub> )	Banyaknya partikel PM10 di udara yang berada dikawasan industri batu bata dengan pengukuran menggunakan metoda berdasarkan SNI 7119.15:2016	High Volume Air Sampler (HVAS) Jenis Sibata	Gravimetri	mg/ m <sup>3</sup>
2	Analisis Dosis Respon	Analisis hubungan antara jumlah total suatu agen yang diberikan, diterima, atau diserap oleh suatu organisme, sistim, atau sub/populasi dengan perubahan yang terjadi pada suatu organisme, sistem, atau sub/populasi.	Rumus	$Rfc = \frac{C \times R \times t_E \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{avg}}$	mg/kg.hari
3	Analisis Pajanan	Evaluasi pajanan agen dan turunannya pada organisme, sistim, atau sub/populasi.	Rumus dan Kuisisioner	$I_{nk} = \frac{C \times R \times t_E \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{avg}}$	mg/kg.hari



4	Karakteristik Rasio	Perhitungan kualitatif, dan jika memungkinkan secara kuantitatif, mencakup evaluasi probabilitas terjadinya potensi dampak negatif dari suatu agen pada organisme, sistem, atau sub/populasi, beserta faktor ketidakpastiannya	Rumus	$RQ = \frac{I}{Rfc}$	Tingkat risiko aman jika $RQ < 1$ ; tingkat risiko tidak aman jika $RQ \geq 1$
5	Pengelolaan dan Komunikaasi Risiko	Apabila karakteristik risiko menunjukan tingkat risiko yang tidak aman $RQ > 1$ , maka dilakukan langkah pengelolaan dan komunikasi risiko	Rumus	$C_{nk(aman)}$ $tE_{nk(aman)}$ $fE_{nk(aman)}$	

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Jenis Penelitian**

Jenis penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Pajanan PM<sub>10</sub> untuk menganalisis kadar debu *particulate matter* 10 (PM<sub>10</sub>) pada pekerja batu bata di Pondok Batu Merah, Kecamatan Mandiangin Koto Selayan, Kota Bukittinggi Tahun 2024, dengan menggunakan metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan.

#### **B. Waktu dan Tempat**

Waktu penelitian dilakukan pada bulan Januari 2024 sampai bulan Mei 2024. Tempat penelitian ini di industri Pondok Batu Merah, Kecamatan Mandiangin Koto Selayan, Kota Bukittinggi.

#### **C. Populasi dan Sampel**

##### 1. Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh pekerja di Industri Pondok Batu Merah, yang berjumlah 7 orang.

##### 2. Sampel

###### a. Sampel Udara

Sampel udara dengan ukuran partikel 10 mikro meter (PM<sub>10</sub>) yang diambil pada setiap tahapan proses pembuatan batu bata yang diduga menghasilkan debu meliputi:

- 1) Titik I di lokasi penggilingan bahan baku batu bata, diukur selama 1 jam saat proses penggilingan berlangsung.

2) Titik II di lokasi pencetakan, diukur selama 1 jam selama proses pencetakan berlangsung.

3) Titik III di lokasi pembakaran, diukur selama 1 jam saat proses pembakaran berlangsung.

Hasil pengukuran yang di dapat selama 1 jam dikonversi menjadi 8 jam dikarenakan pengukuran dilakukan di lingkungan kerja dengan menggunakan metode canter, dengan rumus :

$$C_1 = C_2 \left( \frac{t_2}{t_1} \right)^p$$

Keterangan :

$C_1$  = Konsentrasi udara rata-rata dengan lama pencuplikan  $t_1$

$C_2$  = Konsentrasi udara rata-rata hasil pengukuran dengan lama pencuplikan  $t_2$

$t_1$  = Lama pencuplikan (8 jam)

$t_2$  = Lama pencuplikan hasil dari pengukuran konsentrasi (jam)

$p$  = Faktor konversi

#### b. Sampel Pekerja

Pekerja yang dijadikan sampel berjumlah 7 orang yang terdiri dari 1 orang pada bagian penggilingan, 4 orang pada bagian pencetakan dan 2 orang pada bagian pembakaran.

## **D. Teknik dan Alat Pengumpulan Data**

### 1. Data Primer

Data primer diperoleh dengan melakukan pengukuran konsentrasi PM<sub>10</sub> secara langsung pada industri batu bata di Pondok Batu Merah, Kecamatan Mandiangin Koto Selayan, Kota Bukittinggi Tahun 2024. Pengukuran dilakukan menggunakan alat *High Volume Air Sampler* (HVAS). Selain itu, data primer dikumpulkan melalui wawancara langsung dengan menggunakan kuesioner

### 2. Data Sekunder

Data sekunder dari penelitian ini mencakup informasi pribadi pekerja yang diperoleh dari KTP.

## **E. Instrumen Penelitian**

Instrumen atau alat pengumpulan data dalam penelitian ini berupa alat *High Volume Air Sampler* (HVAS) untuk mengukur konsentrasi *Particulate Matter* 10 (PM<sub>10</sub>), dan Kuesioner yang digunakan bertujuan untuk memperoleh informasi dari responden mengenai data pribadi mereka serta hal-hal yang relevan dengan penelitian ini.

## **F. Teknik Pengolahan Data**

### 1. *Editing*

Merupakan kegiatan untuk melakukan pengecekan data isian data isian formulir atau kuisisioner yang telah dikumpulkan, apakah daftar jawaban yang ada pada kuisisioner sudah lengkap, jelas, relevan dan konsisten.

## 2. *Coding*

Merupakan kegiatan merubah data menjadi bentuk-bentuk kode angka yang berguna untuk memudahkan peneliti dalam melakukan entry data dan analisis.

## 3. *Entry*

Data yang sudah dipindahkan dalam bentuk kode, kemudian di entry ke dalam software komputer untuk dilakukan proses analisis selanjutnya.

## 4. *Cleaning*

Data yang sudah di entry dilakukan ulang dengan tujuan untuk melihat apakah data yang masuk sudah relevan dengan daftar pertanyaan yang ada pada kuisisioner dan memberikan kesempatan untuk dilakukan perbaikan sebelum dilakukan analisis.

# **G. Analisis Data**

## 1. Analisis Univariat

Analisis univariat bertujuan untuk menggambarkan distribusi karakteristik variabel yang diukur dalam penelitian dan menyajikannya dalam bentuk tabel atau grafik.

## 2. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan

Data yang telah disajikan selanjutnya akan dianalisis menggunakan metode analisis risiko yaitu dengan cara menghitung jumlah *intake* PM<sub>10</sub> yang diterima individu per kilogram berat badan per harinya. Perhitungan *intake* dilakukan dengan rumus perhitungan analisis risiko menggunakan nilai

konsentrasi pajanan  $PM_{10}$  dari hasil pengukuran, nilai antropometri dan pola aktivitas individu.

Nilai *intake* kemudian dibandingkan dengan nilai intake referensi yang akan menghasilkan *RQ* dengan menggunakan persamaan-persamaan berikut:

$$\text{Rumus 1} \quad : \quad I_{nk} = \frac{C \times R \times t_E \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{avg}}$$

Keterangan :

$I_{nk}$  = asupan (intake) (mg/kg.hari)

$C$  = konsentrasi agen risiko (mg/m<sup>3</sup>)

$R$  = laju asupan atau konsumsi (0,83 m<sup>3</sup> /jam untuk inhalasi)

$t_E$  = waktu pajanan (jam/hari)

$f_E$  = frekuensi pajanan (hari/tahun)

$D_t$  = durasi pajanan (tahun)

$W_b$  = berat badan (kg)

$t_{avg}$  = periode rata-rata harian (30 tahun x 365 hari/tahun untuk zat non karsinogenik).

$$\text{Rumus 2} \quad : \quad RQ = \frac{I}{RfC}$$

Keterangan :

$RQ$  = tingkat risiko (berisiko jika,  $RQ > 1$ ),(tidak berisiko jika,  $RQ < 1$ )

I = asupan (intake) dari hasil perhitungan penilaian pajanan (mg/kg.hari)

RfC = konsentrasi referensi secara inhalasi (mg/kg.hari).

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian



**Gambar 2.4 Geografis Industri Pondok Batu Merah**

Industri Pondok Batu Merah adalah salah satu industri yang memproduksi batu bata merah yang berdiri sejak tahun 1993. Industri ini berada di Kecamatan Mandiangin Koto Selayan, Kota Bukittinggi.

Industri Pondok Batu Merah berbatasan langsung dengan jalan raya Bahar Kamil di sebelah baratnya, di sebelah timur berbatasan dengan tanah kuburan, di sebelah selatan berbatasan dengan tanah kuburan dan ruko, dan di sebelah utara berbatasan dengan rumah warga.

Jumlah pekerja di industri ini adalah 7 orang. Biasanya, mereka bekerja selama 8 jam sehari, dari pukul 08.00 WIB hingga 16.00 WIB, dengan waktu istirahat sekitar 1 jam. Proses pembuatan batu bata dimulai dengan menggiling tanah liat, menambah sedikit air, dan mencetaknya menjadi bentuk kotak-kotak menggunakan cetakan kayu. Adonan yang telah di cetak, di keluarkan



dan di jemur hingga kering. Pada pengeringan ini di butuhkan waktu hingga 2 minggu. Batu bata yang sudah kering kemudian di susun dan di bakar. Proses pembakaran batu bata berlangsung selama 7 hari. Proses pembakaran batu bata umumnya menggunakan sekam, sehingga pada proses pembakaran tersebut dihasilkan asap dan debu dari sekam yang sangat mengganggu bagi kesehatan pekerja.

## B. Hasil

### 1. Identifikasi Bahaya

Identifikasi bahaya dilakukan dengan mengukur konsentrasi  $PM_{10}$  pada tiga titik melalui pengukuran langsung dengan menggunakan alat *High Volume Air Sampler*. Hasil pengukuran konsentrasi  $PM_{10}$  dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini :

**Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Konsentrasi  $PM_{10}$  di Industri Pondok Batu Merah Kecamatan Mandiangin Koto Selayan Kota Bukittinggi Tahun 2024**

Titik Sampel	Hasil	
	Konsentrasi 1 jam ( $mg/m^3$ )	Konsentrasi 8 jam ( $mg/m^3$ )
Titik 1 (Penggilingan)	4,7	3,3
Titik 2 (Pencetakan)	6,7	4,7
Titik 3 (Pembakaran)	11,04	7,75

Konsentrasi  $PM_{10}$  tertinggi terdapat pada proses pembakaran dengan konsentrasi  $7,75 mg/m^3$ . Sedangkan konsentrasi terendah  $PM_{10}$  yaitu pada proses penggilingan dengan konsentrasi  $3,3 mg/m^3$ .

Jika dibandingkan dengan Nilai Baku Mutu pada Peraturan Pemerintah No.22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, nilai pada proses pembakaran batu bata melebihi nilai baku mutu yaitu melebihi  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

## 2. Analisis Dosis – Respon

Analisis dosis respon yaitu mencari nilai konsentrasi referensi (RfC) yang dimaksud untuk mencari nilai aman pada efek nonkarsinogenik dari agen risiko  $\text{PM}_{10}$  hal ini dapat merujuk pada literatur yang tersedia, dengan diketahui ;

$$C = 0,075 \text{ mg}/\text{m}^3$$

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

$$t_E = 8 \text{ Jam}/\text{hari}$$

$$f_E = 250 \text{ hari}$$

$$D_t = 30 \text{ tahun}$$

$$W_b = 55 \text{ kg}$$

$$t_{avg} = 10950 \text{ hari}$$

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

$$= \frac{0,075 \frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \times 0,83 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}} \times 8 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 250 \frac{\text{hari}}{\text{tahun}} \times 30 \text{ tahun}}{55 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$= 0,006 \text{ mg}/\text{kg}.\text{hari}$$

Maka nilai konsentrasi referensi ( RfC )  $\text{PM}_{10}$  adalah 0,006 mg/kg.hari.

### **3. Analisa Paparan**

#### **a. Analisis Antropometri, Pola Aktivitas dan Keluhan Gangguan**

##### **Pernapasan**

Pengukuran karakteristik antropometri dan pola aktivitas responden dilakukan terhadap 7 responden. Karakteristik responden didapat melalui wawancara yang dilakukan selama proses pengukuran konsentrasi  $PM_{10}$  pada dua titik pengukuran. Variabel-variabel yang diukur adalah berat badan, lama bekerja per hari, frekuensi paparan yaitu lamanya hari bekerja dalam setahun, dan durasi paparan yaitu lamanya bekerja di Industri Batu Bata. Hasil karakteristik responden terlihat pada tabel 3 berikut ini :

**Tabel 4. 2 Karakteristik Antropometri dan Pola Aktifitas Pekerja di Industri Pondok Batu Merah Kecamatan Mandiangin Koto Selayan Kota Bukittinggi Tahun 2024**

<b>Nama</b>	<b>Jenis Kelamin</b>	<b>Umur (Tahun)</b>	<b>Berat Badan (kg)</b>	<b>lama bekerja (Jam/Hari)</b>	<b>Frekuensi Pajanan (Hari/tahun)</b>	<b>Lama bekerja (Tahun)</b>
P1	Perempuan	50	59	8	290	20
P2	Perempuan	48	55	8	270	18
P3	Perempuan	17	47	8	290	2
P4	Laki-laki	14	63	8	260	2
P5	Laki-laki	61	53	8	260	30
P6	Laki-laki	27	70	8	310	5
P7	Laki-laki	56	65	8	310	5
<b>Max</b>		<b>61</b>	<b>70</b>		<b>310</b>	<b>30</b>
<b>Rata-rata</b>		<b>39</b>	<b>58,85</b>		<b>284,28</b>	<b>11,71</b>
<b>Min</b>		<b>14</b>	<b>47</b>		<b>260</b>	<b>2</b>

Berdasarkan tabel 3, Dapat diketahui bahwa umur rata-rata responden adalah 39 tahun, dengan responden tertua berusia 61 tahun. Rata-rata berat badan responden adalah 58,85 kg, sementara berat badan tertinggi mencapai 70 kg. Waktu pajanan (tE) rata-rata responden adalah 8 jam per hari, dan lama pajanan (fE) dalam satu tahun adalah rata-rata 284,28 hari. Selain itu, durasi pajanan (Dt) rata-rata selama bekerja adalah 11,71 tahun, dengan durasi pajanan terpanjang mencapai 30 tahun dan terpendek 2 tahun..

**Tabel 4. 3 Gambaran Keluhan Gangguan Pernapasan Pada Pekerja Pekerja di Industri Pondok Batu Merah Kecamatan Mandiangin Koto Selayan Kota Bukittinggi Tahun 2024**

Gejala	Jumlah (%)	
	Ya	Tidak
Mengalami gangguan pernafasan pada 1 bulan terakhir	71,43%	28,58 %
Sesak nafas disertai nyeri dada	14,29 %	85,71%
Mengalami batuk pada 1 bulan terakhir	71,43%	28,58 %
Batuk disertai dahak	28,58 %	71,43%
Didiagnosis TB paru 12 bulan terakhir	0%	100%
Pernah mengalami gangguan pernafasan selama berkerja	71,43%	28,58 %
Pernah mengalami gangguan pernafasan sebelum bekerja di industry	100%	0%

Berdasarkan tabel 4, gejala penyakit gangguan pernafasan pada individu 71,43% mengalami batuk pada 1 bulan terakhir. Sesak nafas disertai nyeri dada sebanyak 14,29%, batuk disertai dahak 28,58 %, Pernah menngalami gangguan pernafasan selama bekerja sebanyak 71,43% dan Pernah mengalami gangguan pernafasan sebelum bekerja di industri sebanyak 100%.

**Tabel 4. 4 Keluhan Gangguan Pernapasan Pernapasan Pada Pekerja di Industri Pondok Batu Merah Kecamatan Mandiangin Koto Selayan Kota Bukittinggi Tahun 2024**

Keluhan	Frekuensi	%
Ada Gangguan Pernapasan	5	71,43
Tidak Ada Gangguan Pernapasan	2	28,57
<b>Jumlah</b>	<b>7</b>	<b>100</b>

Berdasarkan tabel 5, Sebanyak 5 orang pekerja (71,43%) mengalami gangguan pernapasan, sedangkan 1 orang (28,57%) tidak mengalami gangguan pernapasan.

#### **b. Perhitungan Nilai Asupan**

Analisis pajanan dilakukan dengan memasukkan nilai-nilai karakteristik antropometri dan pola aktivitas yang telah dikumpulkan ke dalam suatu persamaan untuk menemukan nilai intake. Nilai *intake* dinyatakan sebagai jumlah pajanan yang masuk ke dalam tubuh individu perkilogram berat badan perhari yang dapat dihitung secara realtime dan lifetime.

*Intake realtime* digunakan karena data karakteristik antropometri dan pola aktivitas didapatkan dengan pengukuran secara langsung di lokasi penelitian, sedangkan *intake lifetime* menggunakan durasi pajanan 30 tahun. Durasi pajanan selama 30 tahun merupakan periode yang diperkirakan untuk manifestasi efek non-karsinogenik pada tubuh manusia.. Intake tersebut dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$I_{nk} = \frac{C \times R \times t_E \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{avg}}$$

Berikut adalah hasil perhitungan nilai Intake yang telah dilakukan :

**Tabel 4. 5 Intake Realtime dan Intake Lifetime Pada Pekerja Industri Pondok Batu Merah Kecamatan Mandiangin Koto Selayan Kota Bukittinggi Tahun 2024**

<b>Sampel</b>	<b>Konsentrasi PM10 (mg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Intake realtime (mg/kg.hari)</b>	<b>Intake lifetime (mg/kg.hari)</b>
FJ (T1)	3,300	0,041	0,248
ZR (T2)	4,704	0,261	0,391
RT (T2)	4,704	0,270	0,451
AN (T2)	4,704	0,031	0,473
GT (T2)	4,704	0,023	0,353
AT (T3)	7,752	0,824	0,824
BR (T3)	7,752	0,112	0,672
<b>Rata-Rata</b>	<b>5,374</b>	<b>0,223</b>	<b>0,487</b>
<b>Maximum</b>	<b>7,752</b>	<b>0,824</b>	<b>0,824</b>
<b>Minimum</b>	<b>3,300</b>	<b>0,023</b>	<b>0,248</b>
<b>Intake Paling Berisiko</b>	<b>7,752</b>	<b>0,824</b>	<b>0,824</b>

Berdasarkan tabel 4.5, dapat diketahui bahwa intake realtime dan intake lifetime tertinggi tercatat di lokasi pembakaran, yaitu sebesar 0,824 mg/kg.hari untuk keduanya. Sebaliknya, intake realtime dan intake lifetime terendah masing-masing sebesar 0,023 mg/kg.hari pada lokasi pencetakan dan 0,248 mg/kg.hari pada lokasi penggilingan.

#### **4. Karakteristik Risiko**

Karakterisasi risiko adalah proses memperkirakan kejadian efek kesehatan akibat berbagai paparan yang telah dijelaskan di analisis paparan. Karakteristik risiko dilakukan dengan menggabungkan analisis paparan dan dosis respon. Karakterisasi risiko dinyatakan dalam *Risk Quotient (RQ)* untuk efek nonkarsinogenik. Nilai *RQ* dihitung dengan membagi nilai asupan nonkarsinogenik dengan nilai dosis referensi (*RfC*.)

Risiko kesehatan ada atau tinggi dan perlu dikendalikan jika  $RQ > 1$ , jika  $RQ \leq 1$ , risiko tidak perlu dikendalikan tetapi segala kondisi harus dipertahankan agar nilai numerik  $RQ$  tidak melebihi 1.

$$RQ = \frac{I}{RfC}$$

Nilai  $RQ$  pajanan Realtime pada pekerja industri batu bata dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 4. 6 Karakterisasi Risiko  $PM_{10}$  Pajanan Realtime Pada Pekerja di Industri Pondok Batu Merah Kecamatan Mandiangin Koto Selayan Kota Bukittinggi Tahun 2024**

<b>Sampel</b>	<b>Intake realtime</b>	<b>RfC</b>	<b>RQ</b>	<b>Risiko</b>
FJ (T1)	0,041	0.006	6,9	Berisiko
ZR (T2)	0,261	0.006	43,51	Berisiko
RT (T2)	0,270	0.006	45,12	Berisiko
AN (T2)	0,031	0.006	5,25	Berisiko
GT (T2)	0,023	0.006	3,92	Berisiko
AT (T3)	0,824	0.006	137,47	Berisiko
BR (T3)	0,112	0.006	18,68	Berisiko
<b>Rata-Rata</b>	<b>0,223</b>	<b>0.006</b>	<b>37,26</b>	
<b>Maksimum</b>	<b>0,824</b>	<b>0.006</b>	<b>137,47</b>	
<b>Minimum</b>	<b>0,023</b>	<b>0.006</b>	<b>3,92</b>	

Berdasarkan data di Tabel 4.6, diketahui bahwa semua responden yang bekerja di Industri Pondok Batu Merah berisiko pada masa kerja realtime. Karakterisasi risiko para pekerja selama masa kerja realtime menunjukkan nilai rata-rata RQ sebesar 37,26, dengan nilai maksimum 137,47 pada pekerja di titik pembakaran dan nilai minimum 3,92 pada pekerja di titik pencetakan.



**Tabel 4. 7 Karakterisasi Risiko PM<sub>10</sub> Paparan lifetime Pada Pekerja di Industri Pondok Batu Merah Kecamatan Mandiangin Koto Selayan Kota Bukittinggi Tahun 2024**

<b>Sampel</b>	<b>Intake lifetime</b>	<b>RFC</b>	<b>RQ</b>	<b>Risiko</b>
FJ (T1)	0,248	0.006	41,45	Berisiko
ZR (T2)	0,391	0.006	65,26	Berisiko
RT (T2)	0,451	0.006	75,2	Berisiko
AN (T2)	0,473	0.006	78,89	Berisiko
GT (T2)	0,353	0.006	58,86	Berisiko
AT (T3)	0,824	0.006	137,47	Berisiko
BR (T3)	0,672	0.006	112,09	Berisiko
<b>Rata-Rata</b>	<b>0,487</b>	0.006	81,32	
<b>Maksimum</b>	<b>0,824</b>	0.006	137,47	
<b>Minimum</b>	<b>0,248</b>	0.006	41,45	

Berdasarkan data di Tabel 4.7, semua responden yang bekerja di Industri Pondok Batu Merah pada masa kerja lifetime berisiko. Karakterisasi risiko untuk pekerja selama masa kerja lifetime menunjukkan nilai rata-rata RQ sebesar 81,32, dengan nilai maksimum 137,47 pada pekerja di titik pembakaran dan nilai minimum 41,45 pada pekerja di titik penggilingan.

## 5. Pengelolaan Risiko dan Komunikasi Risiko

### 1. Strategi Pengelolaan

#### a. Penentuan Konsentrasi Aman (C)

- Titik penggilingan

$$C_{nk(\text{aman})} = \frac{RfC \times W_b \times t_{avg}}{R \times t_E \times f_E \times D_t}$$

$$= \frac{0,006 \frac{\text{mg}}{\text{kg}} \times 27\text{kg} \times 10950 \text{ hari}}{0,83 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}} \times 8 \text{ jam} \times 290 \times 5 \text{ tahun}}$$

$$= 0,184 \text{ mg/m}^3 = 184 \text{ } \mu\text{g/m}^3$$

- Titik pencetakan

$$C_{nk}(\text{aman}) = \frac{RfC \times W_b \times t_{avg}}{R \times t_E \times f_E \times D_t}$$

$$= \frac{0,006 \frac{\text{mg}}{\text{kg}} \times 14 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}{0,83 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}} \times 8 \text{ jam} \times 290 \times 20 \text{ tahun}}$$

$$= 0,02 \text{ mg/m}^3 = 20 \text{ } \mu\text{g/m}^3$$

- Titik pembakaran

$$C_{nk}(\text{aman}) = \frac{RfC \times W_b \times t_{avg}}{R \times t_E \times f_E \times D_t}$$

$$= \frac{0,006 \frac{\text{mg}}{\text{kg}} \times 56 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}{0,83 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}} \times 8 \text{ jam} \times 310 \times 30 \text{ tahun}}$$

$$= 0,05 \text{ mg/m}^3 = 50 \text{ } \mu\text{g/m}^3$$

Berdasarkan perhitungan strategi pengelolaan risiko untuk penentuan konsentrasi aman, maka untuk mencapai pekerja 100% tidak berisiko harus menurunkan konsentrasi PM<sub>10</sub> pada titik penggilingan sebesar 184  $\mu\text{g/m}^3$ , pada titik pencetakan sebesar 20  $\mu\text{g/m}^3$ , dan pada titik pembakaran sebesar 50  $\mu\text{g/m}^3$ .

b. Penentuan Waktu Paparan Aman ( $t_E$ )

- Titik Penggilingan

$$t_{Enk}(\text{aman}) = \frac{RfC \times W_b \times t_{avg}}{C \times R \times f_E \times D_t}$$

$$= \frac{0,006 \frac{\text{mg}}{\text{kg}} \times 27 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}{3,3 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 290 \times 5 \text{ tahun}}$$

=0,44 jam/hari

- Titik Pencetakan

$$t_{Enk}(\text{aman}) = \frac{RfC \times W_b \times t_{avg}}{C \times R \times f_E \times D_t}$$

$$= \frac{0,006 \frac{\text{mg}}{\text{kg}} \times 14 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}{4,704 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 290 \times 20 \text{ tahun}}$$

=0,04 jam/hari

- Titik Pembakaran

$$t_{Enk}(\text{aman}) = \frac{RfC \times W_b \times t_{avg}}{C \times R \times f_E \times D_t}$$

$$= \frac{0,006 \frac{\text{mg}}{\text{kg}} \times 56 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}{7,752 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 310 \times 30 \text{ tahun}}$$

=0,061 jam/hari

Berdasarkan perhitungan strategi pengelolaan risiko untuk penentuan konsentrasi aman, maka untuk mencapai pekerja 100% tidak berisiko harus menentukan waktu pajanan aman pada titik penggilingan yaitu 0,44 jam/hari, pada titik pencetakan yaitu 0,04 jam/hari, dan pada titik pembakaran yaitu 0,061 jam/hari

c. Penentuan frekuensi pajanan aman ( $f_E$ )

- Titik Penggilingan

$$f_{Enk}(\text{aman}) = \frac{RfC \times W_b \times t_{avg}}{C \times R \times t_E \times D_t}$$

$$= \frac{0,006 \frac{\text{mg}}{\text{kg}} \times 27 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}{3,3 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam} \times 5 \text{ tahun}}$$

$$= 16,19 = 16 \text{ hari}$$

- Titik Pencetakan

$$f_{Enk}(\text{aman}) = \frac{RfC \times W_b \times t_{avg}}{C \times R \times t_E \times D_t}$$

$$= \frac{0,006 \frac{\text{mg}}{\text{kg}} \times 14 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}{4,704 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam} \times 20 \text{ tahun}}$$

$$= 1,47 = 1,5 \text{ hari}$$

- Titik Pembakaran

$$f_{Enk}(\text{aman}) = \frac{RfC \times W_b \times t_{avg}}{C \times R \times t_E \times D_t}$$

$$= \frac{0,006 \frac{\text{mg}}{\text{kg}} \times 56 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}{7,752 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam} \times 30 \text{ tahun}}$$

$$= 2,38 = 2 \text{ hari}$$

Berdasarkan perhitungan strategi pengelolaan risiko, maka untuk mencapai pekerja 100% tidak berisiko frekuensi pajanan yang aman pada titik penggilingan yaitu 16 hari, pada titik pencetakan yaitu 1,5 hari dan pada titik pembakaran yaitu 2 hari.

## 2. Cara Pengelolaan

### 1) Pendekatan Teknologi

Pengelolaan risiko paparan debu  $PM_{10}$  pada masyarakat dilakukan dengan menurunkan konsentrasi pada sumber pencemar dan menanam tanaman atau pohon di area pemukiman sebagai

vegetasi. Jenis tanaman yang memiliki kemampuan yang menyerap debu atau polutan di luar ruangan.

## **2) Pendekatan Sosial Ekonomi**

Partisipasi masyarakat perlu ditingkatkan dengan mensosialisasikan tanaman atau pohon penyerap debu dan polutan, memasang barrier/kain kasa untuk menangkal partikulat masuk ke dalam rumah dan melakukan penyiraman jalan secara rutin. Selain itu, untuk kendaraan pertambangan sebaiknya batu yang di angkut di tutupi dengan terpal agar tidak terjatuh selama proses perjalanan. Serta pengendalian terhadap waktu pajanan dan frekuensi pajanan terhadap masyarakat yang tinggal di sepanjang jalan tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan masker sebagai Alat Pelindung Diri (APD). Selain itu, air yang diminum juga lebih baik dimasak terlebih dahulu agar dapat diminum dengan aman.

## **3) Pendekatan Institusional**

Pendekatan institusional yang dapat dilakukan mencakup pengurangan konsentrasi serta pengurangan waktu, frekuensi, dan durasi pajanan dengan melakukan pengkajian, penelitian, dan pemantauan rutin  $PM_{10}$  oleh Puskesmas dan Dinas terkait. Selain itu, pendekatan institusional lainnya melibatkan pengelolaan waktu dan frekuensi kerja tahunan serta durasi pajanan bagi pekerja di industri batu bata.

### 3. Komunikasi Risiko

Komunikasi risiko dilakukan untuk menyampaikan informasi risiko pada masyarakat (populasi yang berisiko), pemerintah, dan pihak yang berkepentingan lainnya. Komunikasi risiko merupakan tindak lanjut dari pelaksanaan ARKL dan merupakan tanggung jawab dari pihak yang menyebabkan terjadinya risiko. Bahasa yang digunakan haruslah bahasa umum dan mudah dipahami, serta memuat seluruh informasi yang dibutuhkan.<sup>21</sup>

## C. Pembahasan

### 1. Identifikasi Bahaya

Berdasarkan hasil pengukuran  $PM_{10}$  yang dilakukan pada tiga titik, didapatkan nilai konsentrasi  $PM_{10}$  sebesar  $3,3 \text{ mg/m}^3$  di titik 1,  $4,7 \text{ mg/m}^3$  di titik 2, dan  $7,75 \text{ mg/m}^3$  di titik 3. Konsentrasi ini, jika dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021, menunjukkan bahwa nilai pada proses pembakaran batu bata melebihi baku mutu yang ditetapkan, yaitu  $75 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ .

Nilai pada proses pembakaran tersebut melebihi nilai baku mutu sehingga ini sangat berisiko pada saluran pernapasan sehingga dapat menimbulkan penyakit gangguan pernapasan. Untuk menghindari penyakit tersebut, Sebaiknya pihak industri juga melakukan pemantauan terhadap konsentrasi udara di industri batu bata, khususnya pada area yang terpapar oleh pekerja selama 8 jam setiap harinya.

Perbedaan konsentrasi  $PM_{10}$  pada masing-masing titik pengukuran dapat dipengaruhi oleh faktor meteorologi, seperti suhu. Berdasarkan pengamatan, kondisi cuaca saat pengukuran di titik pembakaran cukup panas dengan suhu rata-rata  $40,48^{\circ}C$ . Sebaliknya, pada saat proses pencetakan dan penggilingan, cuaca cenderung mendung dengan suhu rata-rata  $32,7^{\circ}C$ . Dan juga pada proses pengukuran juga sedang terjadinya erupsi gunung marapi, yang di duga menjadi salah satu faktor tingginya konsentrasi  $PM_{10}$  di industri tersebut.

Hal ini sejalan dengan penelitian Ferial L (2021) didapatkan bahwa Konsentrasi *Particulate Matter* ( $PM_{10}$ ) dan Gejala Pernapasan Yang Dialami Pekerja Pabrik Semen X, Kota Cilegon-Banten bahwa hasil pengukuran  $PM_{10}$  di dapatkan sebesar  $1002,3 \mu g/m^3$ .<sup>23</sup>. Dan juga sejalan dengan penelitian Novianti SF (2020) didapatkan bahwa Pengukuran Konsentrasi pada Daerah Industri, Semi Industri dan Non Industri di Kabupaten Bandung bahwa hasil pengukuran  $PM_{10}$  pada daerah industry di dapatkan sebesar  $201 \mu g/m^3$ .<sup>24</sup>. Konsentrasi ini, jika dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021, menunjukkan bahwa nilai yang diperoleh melebihi baku mutu yang ditetapkan, yaitu melebihi  $75 \mu g/m^3$ .

## **2. Analisis Dosis – Respon**

Nilai konsentrasi referensi (RfC)  $PM_{10}$  belum terdapat pada Integrated Risk Information System (IRIS) maupun tabel dosis respon di Pedoman Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan yang di keluarkan oleh Direktorat Jenderal PP dan PL Kementerian Kesehatan RI, Nilai baku mutu National Ambient Air Quality Standards (NAAQS) adalah  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Nilai RfC tidak menggunakan baku mutu dari Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 karena faktor pemajannya tidak diketahui. Selain itu, nilai RfC juga tidak menggunakan nilai No-Observed-Adverse-Effect Level (NOAEL) atau Lowest-Observed-Adverse-Effect Level (LOAEL) karena belum ada tinjauan dari instansi yang berkompeten. Oleh karena itu, nilai konsentrasi referensi  $PM_{10}$  dihitung berdasarkan baku mutu yang terdapat pada Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021, yaitu  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Setelah dilakukan perhitungan, diperoleh nilai RfC sebesar  $0,006 \text{ mg}/\text{kg}/\text{hari}$ .

## **3. Analisa Paparan**

### **1. Karakteristik Antropometri dan Pola Aktifitas**

Karakteristik antropometri dan pola aktivitas yang diukur dalam penelitian ini meliputi berat badan. Berat badan merupakan variabel antropometri penting yang sangat dipengaruhi besar dosis aktual suatu risk agent yang diterima individu. Semakin besar berat badan individu maka semakin kecil dosis internal yang diterima.



Berdasarkan hasil survei yang dilakukan pada pekerja di Industri Batu Bata, diperoleh . Rata-rata berat badan (Wb) responden adalah 58,85 Kg dengan berat badan tertinggi adalah 70 Kg. Berat badan rata-rata ini lebih rendah dibandingkan dengan berat badan standar dewasa Indonesia, yaitu 55 kg. Dengan demikian, semakin kecil berat badan responden, semakin besar intake yang diterima, karena berat badan berfungsi sebagai denominator dalam perhitungan.

Kondisi ini sesuai dengan pendapat Erdinur (2021) berat badan berbanding terbalik dengan besarnya intake pajanan terhadap tubuh, semakin berat badan seseorang maka semakin aman orang tersebut dari paparan polutan udara. Hal ini disebabkan karena terdapat jaringan lemak yang cukup banyak dan dapat melarutkan zat toksik. Pada seseorang dengan nilai berat badan kecil, maka semakin besar risiko yang diterima akibat paparan polutan udara yang masuk melalui inhalasi, karena dapat langsung berinteraksi dengan sel tubuh beberapa risk agent yang masuk ke dalam tubuh seseorang. Dengan demikian, jelas terlihat bahwa besaran berat badan juga berpengaruh pada besarnya intake seseorang atas polutan udara.<sup>6</sup>

## **2. Perhitungan Nilai Asupan**

Nilai asupan (*Intake*) pajanan PM<sub>10</sub> di udara lingkungan kerja dihitung berdasarkan pajanan *lifetime* dan *realtime*. *Intake lifetime* menggambarkan estimasi besar pajanan yang diterima oleh individu per kilogram berat badan per hari berdasarkan faktor aktivitas rata-rata

responden dan durasi pemajanan *lifetime* (30 tahun). Sedangkan *intake realtime* menggambarkan besar pajanan yang telah diterima oleh individu dari sejak mula bekerja hingga waktu penelitian. Perhitungan ini menggunakan durasi pajanan berdasarkan lama seseorang telah bekerja di area penelitian.

Berdasarkan hasil analisis pemajanan yang dilakukan dengan memasukkan nilai-nilai karakteristik antropometri dan pola aktivitas ke dalam perhitungan intake, intake realtime tertinggi ditemukan di lokasi sampling pada titik pembakaran. sebesar 0.824 mg/kg.hari dan yang terendah di titik pencetakan yaitu 0.023 mg/kg.hari. *Intake lifetime* tertinggi di titik pembakaran sebesar 0,824 mg/kg.hari dan yang terendah di titik penggilingan yaitu 0.248 mg/kg.hari. Nilai asupan di pengaruhi oleh konstentrasi PM<sub>10</sub> dan karakteristik masing-masing individu.

Nilai *intake* tersebut merupakan nilai maksimum sehingga dapat diasumsikan bahwa pekerja yang bekerja pada titik pembakaran tersebut lebih berisiko dalam jangka waktu 30 tahun mendatang. Hal ini disebabkan oleh karakteristik PM<sub>10</sub> yang bersifat akumulatif dan dampaknya akan terlihat setelah pajanan selama bertahun-tahun.

Hal ini sejalan dengan penelitian Handika RA (2019) Analisis Risiko Non Karsinogenik Pajanan PM<sub>10</sub> di Kawasan Komersial, Kota Jambi di dapatkan hasil asupan *realtime* dan *lifetime* terhadap responden sebesar 0,045 mg/kg.hari dan 0,077 mg/kg.hari, nilai ini

akan semakin besar jika nilai konsentrasi dan lama pajanan yang didapat juga semakin besar.<sup>25</sup>

#### 4. Karakterisasi Risiko Nilai

Karakterisasi risiko di dapat dengan membagi nilai *intake* dengan nilai RfC. Nilai RfC Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan rumus intake, di mana nilai konsentrasi diambil berdasarkan baku mutu PM<sub>10</sub> menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 yang menyatakan bahwa konsentrasi PM<sub>10</sub> yang memenuhi syarat adalah melebihi dari 75 µg/m<sup>3</sup>.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pekerja yang berada dilokasi kegiatan industri batu bata memiliki nilai RQ>1 (tabel 4.7). Hal ini menunjukkan bahwa debu yang dihasilkan dari industri batu bata memiliki risiko lebih besar.

Hal ini sejalan dengan penelitian penelitian Sentosa EA (2022) berdasarkan hasil perhitungan dari 9 pekerja, umumnya pekerja dikategorikan beresiko 69,23 % karena nilai RQ>1 dan nilai RQ tertinggi terdapat pada pekerja yang masa kerjanya paling tinggi yaitu 7 tahun.<sup>26</sup>

Hal ini juga sejalan dengan penelitian Handika RA (2019) Analisis Risiko Non Karsinogenik Pajanan PM<sub>10</sub> di Kawasan Komersial, Kota Jambi terdapat 93 responden dengan presentasi 97,895% yang memiliki nilai RQ>1. Hal ini menunjukkan debu *Parcullate Matter* 10 (PM<sub>10</sub>) yang dihasilkan berisiko terhadap orang yang terpapar.

Nilai risiko responden berdasarkan intake yang diterima (RQ) baik secara lifetime maupun realtime dalam penelitian ini menggunakan nilai RfC PM<sub>10</sub> sebesar 0,006 mg/kg/hari. Hasil perhitungan risiko lifetime diperoleh dari perbandingan antara intake dan nilai RfC tersebut, diketahui bahwa semua responden yang bekerja di Industri Pondok Batu Merah pada masa kerja realtime menunjukkan risiko. Karakterisasi risiko para pekerja selama masa kerja realtime memiliki nilai rata-rata RQ sebesar 37,26, dengan nilai maksimum 137,47 dan nilai minimum 3,92. Semua responden yang bekerja di Industri Pondok Batu Merah juga mengalami risiko pada masa kerja lifetime. Karakterisasi risiko pada masa kerja lifetime menunjukkan nilai rata-rata RQ sebesar 81,32, dengan nilai maksimum 137,47 dan nilai minimum 41,45. Hasil perhitungan risiko lifetime dan realtime menunjukkan bahwa nilai  $RQ > 1$  ketika dibandingkan dengan nilai RfC dan durasi pajanan sebenarnya, yang berarti pemajanan dianggap tidak aman atau berbahaya bagi kesehatan para pekerja. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Erdi Nur (2021), didapatkan risiko kesehatan gangguan kesehatan masyarakat akibat pajanan PM<sub>10</sub> di gunung sarik kota Padang bahwa risiko kesehatan  $RQ > 1$ .<sup>6</sup>

Dilihat berdasarkan umur pekerja, pekerja dengan umur minimum 14 tahun dengan durasi pajanan maksimum selama 2 tahun memiliki risiko masa kerja *realtime* sebesar 3,92. Nilai risiko tersebut masih rendah jika dibandingkan dengan pekerja dengan umur yang lebih tinggi dan berada pada proses titik pembakaran, titik pencetakan, dan titik penggilingan.

Dilihat berdasarkan berat badan pekerja, pekerja yang berat badan tertinggi yaitu 70 kg dengan durasi pajanan minimum selama 5 tahun memiliki risiko masa kerja *realtime* sebesar 6,9. Nilai risiko tersebut lebih rendah dibandingkan dengan pekerja dengan berat badan terendah dan berada pada proses titik pembakaran, titik pencetakan, dan titik penggilingan.

#### **D. Pengelolaan Risiko**

##### **1. Strategi Pengelolaan**

###### **a. Penentuan Konsentrasi Aman ( $C$ )**

Berdasarkan perhitungan strategi pengelolaan risiko untuk penentuan konsentrasi aman, maka untuk mencapai pekerja 100% tidak berisiko harus menurunkan konsentrasi  $PM_{10}$  pada titik penggilingan sebesar  $184 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , pada titik pencetakan sebesar  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , dan pada titik pembakaran sebesar  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

###### **b. Penentuan Waktu Pajanan Aman ( $t_E$ )**

Berdasarkan perhitungan strategi pengelolaan risiko untuk penentuan konsentrasi aman, maka untuk mencapai pekerja 100% tidak berisiko harus menentukan waktu pajanan aman pada titik penggilingan yaitu 0,44 jam/hari, pada titik pencetakan yaitu 0,04 jam/hari, dan pada titik pembakaran yaitu 0,061 jam/hari

###### **c. Penentuan frekuensi pajanan aman ( $f_E$ )**

Berdasarkan perhitungan strategi pengelolaan risiko, maka untuk mencapai pekerja 100% tidak berisiko frekuensi pajanan





yang aman pada titik penggilingan yaitu 16 hari, pada titik pencetakan yaitu 1,5 hari dan pada titik pembakaran yaitu 2 hari.

## **2. Cara Pengelolaan**

### **a. Pendekatan Teknologi**

Pengelolaan risiko paparan debu  $PM_{10}$  pada masyarakat dilakukan dengan menurunkan konsentrasi pada sumber pencemar dan menanam tanaman atau pohon di area pemukiman sebagai vegetasi. Jenis tanaman yang memiliki kemampuan yang menyerap debu atau polutan di luar ruangan.

**Tabel 4. 8 Jenis Tanaman Yang Mampu Menyerap Debu Diluar Ruangan**

Nama Tanaman	Gambar Tanaman	Kemampuan Menyerap Debu (g/m <sup>3</sup> )
Asam Keranji		76,3
Trengguli		48
Kembang Merak		46,3
Jambu Air		34,1

*Sumber : Buku Petunjuk Teknis Penanaman Spesies Pohon Penyerap Polutan Udara dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2015.<sup>27</sup>*

## **2. Pendekatan Sosial Ekonomi**

Partisipasi masyarakat perlu ditingkatkan dengan mensosialisasikan tanaman atau pohon penyerap debu dan polutan,

memasang barrier/kain kasa untuk menangkal partikulat masuk ke dalam rumah dan melakukan penyiraman jalan secara rutin. Selain itu, untuk kendaraan sebaiknya batu yang di angkut di tutupi dengan terpal agar tidak terjatuh selama proses perjalanan. Serta pengendalian terhadap waktu pajanan dan frekuensi pajanan terhadap masyarakat yang tinggal di sepanjang jalan tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan masker sebagai Alat Pelindung Diri (APD). Selain itu, air yang diminum juga lebih baik dimasak terlebih dahulu agar dapat diminum dengan aman.

### **3. Pendekatan Institusional**

Pendekatan institusional yang dapat diterapkan mencakup pengurangan konsentrasi serta pengurangan waktu, frekuensi, dan durasi pajanan dengan melakukan pengkajian, penelitian, dan pemantauan rutin terhadap PM10 oleh Puskesmas dan Dinas terkait. Selain itu, pendekatan institusional lainnya meliputi pengelolaan waktu dan frekuensi kerja tahunan serta pengaturan durasi pajanan bagi pekerja di industri batu bata.

### **E. Komunikasi Risiko**

Komunikasi risiko dilakukan untuk menyampaikan informasi risiko pada masyarakat (populasi yang berisiko), pemerintah, dan pihak yang berkepentingan lainnya. Komunikasi risiko merupakan tindak lanjut dari pelaksanaan ARKL dan merupakan tanggung jawab dari pihak yang menyebabkan terjadinya risiko. Bahasa yang digunakan haruslah bahasa



umum dan mudah dipahami, serta memuat seluruh informasi yang dibutuhkan.<sup>21</sup>

Komunikasi risiko dalam penelitian ini merupakan upaya untuk menyampaikan risiko kepada populasi berisiko yakni pada pekerja di industri batu bata, yaitu bagaimana dampak kesehatan bagi pekerja apabila terus menerus menghirup debu yang dihasilkan dari proses pembuatan batu bata. Oleh karena itu para pekerja di harapkan terus menggunakan Alat Pelindung Diri (APD), khususnya masker dalam melakukan kegiatan produksi di industri.

Bagi pihak Dinas Lingkungan Hidup diharapkan dapat bekerja sama dengan Dinas Kesehatan dalam perumusan kebijakan mengenai pengawasan dan pemantauan kesehatan pekerja di industri dan memberikan pengarahan kepada pekerja tentang dampak kesehatan yang ditimbulkan dari debu hasil produksi industri batu bata.

Selain itu, bagi pihak industri untuk dapat membuat kebijakan Standar Operasional Prosedur (SOP) bagi pekerja untuk dapat selalu menggunakan Alat Pelindung Diri. Serta menyediakan Alat Pelindung Diri yang dibutuhkan oleh pekerja dalam melakukan kegiatan produksi yang berupa respirator (masker anti debu). Sehingga hal ini dapat meminimalisir para pekerja dari bahaya yang berisiko bagi pekerja, khusus dari paparan debu yang dihasilkan.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Industri Pondok Batu Merah, Kecamatan Mandiangin Koto Selayan Kota Bukittinggi Tahun 2024:

1. Konsentrasi  $PM_{10}$  di Industri Pondok Batu Merah, Kecamatan Mandiangin Koto Selayan Kota Bukittinggi Tahun 2024, didapatkan dilokasi pengambilan sampel pada titik penggilingan hasil konsentrasi  $3,3 \text{ mg/m}^3$ , pada titik pencetakan didapatkan hasil konsentrasi  $4,7 \text{ mg/m}^3$ , dan pada titik pembakaran didapatkan hasil konsentrasi  $7,75 \text{ mg/m}^3$ .
2. Analisis dosis-respon untuk paparan debu  $PM_{10}$  menunjukkan nilai sebesar  $0,006 \text{ mg/kg.hari}$ .
3. Analisis pajanan menunjukkan bahwa nilai intake realtime dan intake lifetime tertinggi ditemukan di lokasi pembakaran, masing-masing sebesar  $0,824 \text{ mg/kg.hari}$ . Sebaliknya, nilai intake realtime dan intake lifetime terendah tercatat sebesar  $0,023 \text{ mg/kg.hari}$  di lokasi pencetakan dan  $0,248 \text{ mg/kg.hari}$  di lokasi penggilingan.
4. Karakteristik risiko yang diperoleh menunjukkan bahwa hasil perhitungan risiko realtime, berdasarkan perbandingan antara intake dan nilai RfC dengan durasi pajanan, menunjukkan bahwa semua pekerja memiliki nilai  $RQ > 1$ . Ini berarti bahwa pemajanan dianggap tidak aman atau sangat berisiko bagi pekerja di industri batu bata ini.

## 5. Pengelolaan dan Komunikasi Risiko

### a. Pengelolaan Risiko

Untuk mencapai pekerja 100% tidak berisiko harus menurunkan konsentrasi PM<sub>10</sub> pada titik penggilingan sebesar 184  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , pada titik pencetakan sebesar 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , dan pada titik pembakaran sebesar 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , dan waktu pajanan pada titik penggilingan yaitu 0,44 jam/hari, pada titik pencetakan yaitu 0,04 jam/hari, dan pada titik pembakaran yaitu 0,061 jam/hari, serta frekuensi pajanan yang aman pada titik penggilingan yaitu 16 hari, pada titik pencetakan yaitu 1,5 hari dan pada titik pembakaran yaitu 2 hari.

### b. Komunikasi Risiko

Komunikasi risiko dalam penelitian ini merupakan upaya untuk menyampaikan risiko kepada populasi berisiko yakni pada pekerja di industri batu bata, yaitu bagaimana dampak kesehatan bagi pekerja apabila terus menerus menghirup debu yang dihasilkan dari proses pembuatan batu bata. Oleh karena itu para pekerja di harapkan terus menggunakan Alat Pelindung Diri (APD), khususnya masker dalam melakukan kegiatan produksi di industri.

Bagi pihak Dinas Lingkungan Hidup diharapkan dapat bekerja sama dengan Dinas Kesehatan dalam perumusan kebijakan mengenai pengawasan dan pemantauan kesehatan pekerja di industri dan memberikan pengarahan kepada pekerja tentang dampak kesehatan yang ditimbulkan dari debu hasil produksi industri batu bata.

Selain itu, bagi pihak industri untuk dapat membuat kebijakan Standar Operasional Prosedur (SOP) bagi pekerja untuk dapat selalu menggunakan Alat Pelindung Diri. Serta menyediakan alat pelindung diri yang diperlukan, seperti respirator (masker anti debu), untuk para pekerja selama kegiatan produksi. Dengan adanya alat pelindung diri ini, risiko yang dihadapi pekerja, terutama dari paparan debu yang dihasilkan, dapat diminimalisir.

6. Diketahui bahwa 71,43% pekerja mengalami keluhan gangguan pernapasan, sedangkan 28,57% pekerja tidak mengalami keluhan gangguan pernapasan.

## **B. Saran**

### **1. Bagi Industri**

- a. Mengurangi jumlah pajanan dengan menggunakan alat pelindung diri (APD) berupa respirator (masker anti debu), serta menerapkan pengendalian administratif dengan cara mengurangi waktu dan frekuensi pajanan debu.
- b. Sebaiknya pihak industri melakukan sosialisasi mengenai bahaya dan dampak dari pajanan debu yang terhirup oleh pekerja pembuatan batu bata.
- c. Sebaiknya pihak industri melakukan penanaman pohon yang memiliki kemampuan penyerapan debu. Nama dan gambar tanaman terlampir ( tabel 4.8).

## 2. Bagi Pekerja

- a. Diharapkan agar pekerja lebih memperhatikan kesehatan mereka dari bahaya pajanan PM10 di tempat kerja dengan rutin menggunakan masker yang sesuai standar SNI selama bekerja.
- b. Diharapkan agar pekerja menyiram area kerja yang berdebu sebelum memulai pekerjaan, sehingga jumlah debu yang bertebaran dapat dikurangi.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Dewan Perwakilan Rakyat RI. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2023 Tentang Kesehatan. Jakarta: Dewan Perwakilan Rakyat RI; 2023.
2. Miladil F, Awaluddin, Sejati FE. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Revisi Cet. PT. Global Eksekutif Teknologi; 2021.
3. Yulianto B, Sahira N, Putra ZW. Gangguan Pernapasan Pada Pekerja Dan Pengukuran Kadar Debu Di Tempat Pembuatan Batu Bata Di Kecamatan Tenayan Raya. PREPOTIF J Kesehat Masy; 2021.
4. Fatimah. Risk Analysis Of Respiratory Tract Disorders In Brick Manufacturing Activities In UD. Fatimah, Padang City. 2023;23(1):156-164.
5. Harnia, Ishak H, Ikhtiar M, Bintara A, Habo H, Arman. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Pajanan Debu PM10 pada Relawan Lalu Lintas di Jalan Urip Sumoharjo Kota Makassar. J Mirai Manag. 2019;4(2):347-353.
6. Nur E, Seno BA, Hidayanti R. Risiko Gangguan Kesehatan Masyarakat Akibat Pajanan PM10 di Kota Padang. J Kesehat Lingkung Indones. 2021;20(2):97-103.
7. Cahyadi W, Achmad B, Suhartono E, Razie F. The Influence Of Meteorological Factors And Concentration Particulate (PM10) To Acute Respiratory Infections (ARI) (Case Study On The District Of South Banjarbaru,Banjarbaru Year 2014-2015). EnviroScienteeae. 2016;12(3):302-311.
8. Ulfa E. Pengaruh Pemberian Uap Jahe Hangat Dan Berkumur Air Garam Terhadap Kapasitas Paru Pada Penderita Ispa Di Puskesmas Kota Bukittinggi Tahun 2021. Hum Care J. 2022;7(1):122.
9. A DR. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Pajanan PM10 pada Pekerja Industri Batu Bata di Kenagarian Sarilamak Kabupaten Lima Puluh Kota 2018. Published online 2018.
10. Rixson L, Stefanus M. Konsentrasi Radioaktivitas Lingkungan Dalam Partikulat Udara (PM10) Di Kawasan Nuklir Pasar Jumat (KNPJ). Pros Semin Nas Teknol Pengelolaan Limbah XV. Published online 2017:187-194.
11. Dewi IA, Amir R, Majid M. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Pajanan PM10 Pada Karyawan Operator Di SPBU Lapadde Km 3 Kota Parepare. J Kesehat Lingkung J dan Apl Tek Kesehat Lingkung. 2022;19(2):151-158.

12. Siregar WW, Sihotang SH, Octavariny R, Perangin-Angin MW. Hubungan Paparan Debu Dengan Gangguan Pernafasan Pada Pekerja Pembuatan Batu Bata Di Jati Baru Kecamatan Pagar Merbau Kabupaten Deli Serdang Tahun 2020. *J Kesmas Dan Gizi*. 2020;3(1):74-83.
13. Putra BH, Afriani R. Kajian hubungan masa kerja, pengetahuan, kebiasaan merokok, dan penggunaan masker dengan gejala penyakit ISPA pada pekerja pabrik batu bata Manggis Gantiang Bukittinggi. *Hum Care J*. 2017;2(2):48-54.
14. BSN. SNI 7119-3-2017 Udara Ambien: Bagian 3 Cara Uji Partikel Tersuspensi Total Menggunakan Peralatan High Volume Air Sampler (HVAS). Published online 2017.
15. Setyanto Iswan HDR. Studi Kekuatan Batu Bata Pasca Pembakaran Dengan Menggunakan Bahan Additive Serbuk Gergaji Kayu. *J Rekayasa*. 2015;19(2):120-128.
16. Dary Wulan R, Frapanti S, Utami C. Evaluasi Kekakuan Batu Bata Lubuk Pakam Pada Bangunan Bertingkat Dengan Analisis Pushover. *J Tek Sipi*. 2019;11:11-15.
17. Azzahri LM, Ikhwan K. Hubungan Pengetahuan Tentang Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) dengan Kepatuhan Penggunaan APD pada Perawat di Puskesmas Kuok. *J Kesehat Masy*. 2019;3(1):50-57.
18. Ansya Bastian I, Santoso S, Kamali Zaman M. Hubungan Pengetahuan Penggunaan APD, Perilaku Penggunaan APD, Dan Ergonomi Dengan Kejadian Kecelakaan Kerja Pada Pekerja Di Pabrik Kelapa Sawit Di Rokan Hulu Riau. *Bio-Lectura J Pendidik Biol*. 2023;10(1):109-116.
19. Solicha FH, Wijayanti A. Perlindungan Hukum Terhadap Pekerja Atas Alat Pelindung Diri. *Wijayakusuma Law Rev*. 2020;2(01):23-37. <https://doi.org/10.51921/wlr.v2i01.125>.
20. Rinawati S, Widowati NN, Rosanti E. Pengaruh Tingkat Pengetahuan Terhadap Pelaksanaan Pemakaian Alat Pelindung Diri Sebagai Upaya Pencapaian Zero Accident Di PT. X. *J Ind Hyg Occup Heal*. 2016;1(1):53. <https://doi.org/10.21111/jihoh.v1i1.606>.
21. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Pendoman Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Kementerian Kesehatan Tahun 2012. 2012.
22. Rahman A. Prinsip Dasar, Metode dan Aplikasi Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan. Published online 2014:24-26.
23. Ferial L, Fitria L, Silalahi MD. Konsentrasi Particulate Matter (PM10) Dan Gejala Pernapasan Yang Dialami Pekerja Pabrik Semen "X", Kota Cilegon-Banten. *J Lingkung dan Sumberd Alam*. 2021;4(1):1-12.

<https://doi.org/10.47080/jls.v4i1.1210>.

24. Novianti SF, Sumeru K. Pengukuran Konsentrasi PM10 pada Daerah Industri, Semi-Industri, dan Non-Industri di Kabupaten Bandung. *Pros 11th Ind Res Work Natl Semin.* 2020;7(1):730-736.
25. Handika RA, Purwaningrum SI, Lestari RA. 2019. Analisis Risiko Non Karsinogenik Paparan PM10 di Kawasan Komersial, Kota Jambi. *J Serambi Eng.* 4(2):514-521. doi:10.32672/jse.v4i2.1329.
26. Sentosa EA, Riviwanto M, Seno BA. 2022. Analisis Risiko Gangguan Fungsi Paru Akibat Paparan Debu PM10 Pada Pekerja Mebel Kayu. *J Sanitasi Lingkungan.* 2(1):30-37.
27. KLHK. *Juknis Penanaman Spesies Pohon Penyerap Polutan Udara.* 2015. Published online 2015:1-128.



**Lampiran 1 Tabel Analisis**

No.	Nama	Umur	BB	Haritahun (fe)	Jumlahhari (te) lama bekerja	Lama bekerja (Dt)	R	C	R/C	Dt	Tavg	LRealtime	LLifetime	RQ Realtime	RQ Lifetime
6	FJ (T1)	27	70	290	8	5	0,83	3,300	0,006	30	10950	0,0414512720	0,248707632	6,908545336	41,45127202
1	ZR (T2)	50	59	270	8	20	0,83	4,704	0,006	30	10950	0,2610736383	0,391610457	43,51227304	65,26840957
2	RT (T2)	48	55	290	8	18	0,83	4,704	0,006	30	10950	0,2707254516	0,451209086	45,12090859	75,20151432
3	AN (T2)	17	47	260	8	2	0,83	4,704	0,006	30	10950	0,0315392562	0,473388843	5,259876032	78,89814048
4	GT (T2)	14	63	260	8	2	0,83	4,704	0,006	30	10950	0,0235442070	0,353163105	3,9240345	58,8605175
5	AT (T3)	61	53	310	8	30	0,83	7,752	0,006	30	10950	0,824849666	0,824849667	137,4749444	137,4749444
7	BR (T3)	56	65	310	8	5	0,83	7,752	0,006	30	10950	0,1120849547	0,672569728	18,68249245	112,0949547
	Max	61	70			30		7,752				0,824849666	0,824849667	137,4749444	137,4749444
	Rata-rata	27	58,85714			11,71429		5,374				0,2236140638	0,48792836	37,26901063	81,32139329
	Min	14	47			2		3,300				0,0235442070	0,248707632	3,9240345	41,45127202

## Lampiran 2

### PERHITUNGAN KONSENTRASI PM<sub>10</sub>

#### A. Titik Penggilingan

- 1) Laju alir pada kondisi standar

Diketahui :

$$Q_0 = 1,7 \text{ m}^3/\text{menit}$$

$$T_s = 298 \text{ k}$$

$$T_0 = 305,7 \text{ k}$$

$$P_s = 760 \text{ mmHg}$$

$$P_0 = 682,6425 \text{ mmHg}$$

$$Q_s = Q_0 \times \left[ \frac{T_s \times P_0}{T_0 \times P_s} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$Q_s = 1,7 \frac{\text{m}^3}{\text{menit}} \times \left[ \frac{298 \times 682,64}{305,7 \times 760} \right]^{\frac{1}{2}} = 1,590 \text{ m}^3/\text{menit}$$

- 2) Volume udara yang diambil

$$V = Q_s \times t$$

$$V = 1,590 \frac{\text{m}^3}{\text{menit}} \times 60 \text{ menit} = 95,44 \text{ m}^3$$

- 3) Konsentrasi PM<sub>10</sub>

$$W_1 = 3,2936 \text{ g}$$

$$W_2 = 3,7428 \text{ g}$$

$$C = \frac{(W_2 - W_1) \times 10^6}{V}$$

$$C = \frac{(3,7428 - 3,2936) \times 10^6}{95,44 \text{ m}^3} = 4700 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

- 4) Konversi perhitungan pada 8 jam

Diketahui :

$$C_2 = 4700 \mu g/m^3$$

$$t_2 = 1 \text{ jam}$$

$$t_1 = 8 \text{ jam}$$

$$P = 0,17$$

$$C_1 = C_2 \left( \frac{t_2}{t_1} \right)^P$$

$$\begin{aligned} C_1 &= 4700 \left( \frac{1}{8} \right)^{0,17} \\ &= 3300,44 \mu g/m^3 \end{aligned}$$

## B. Titik Pencetakan

- 1) Laju alir pada kondisi standar

Diketahui :

$$Q_0 = 1,7 \text{ m}^3/\text{menit}$$

$$T_s = 298 \text{ k}$$

$$T_0 = 305,7 \text{ k}$$

$$P_s = 760 \text{ mmHg}$$

$$P_0 = 682,6425 \text{ mmHg}$$

$$Q_s = Q_0 \times \left[ \frac{T_s \times P_0}{T_0 \times P_s} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$Q_s = 1,7 \frac{\text{m}^3}{\text{menit}} \times \left[ \frac{298 \times 682,64}{305,7 \times 760} \right]^{\frac{1}{2}} = 1,590 \text{ m}^3/\text{menit}$$

- 2) Volume udara yang diambil

$$V = Q_s \times t$$

$$V = 1,590 \frac{\text{m}^3}{\text{menit}} \times 60 \text{ menit} = 95,44 \text{ m}^3$$

- 3) Konsentrasi PM<sub>10</sub>

$$W_1 = 2,9468 \text{ g}$$

$$W_2 = 3,5867 \text{ g}$$

$$C = \frac{(W_2 - W_1) \times 10^6}{V}$$

$$C = \frac{(3,5867 - 2,9468) \times 10^6}{95,44 \text{ m}^3} = 6700 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

4) Konversi perhitungan pada 8 jam

Diketahui :

$$C_2 = 6700 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

$$t_2 = 1 \text{ jam}$$

$$t_1 = 8 \text{ jam}$$

$$P = 0,17$$

$$C_1 = C_2 \left( \frac{t_2}{t_1} \right)^P$$

$$C_1 = 6700 \left( \frac{1}{8} \right)^{0,17}$$

$$= 4704,89 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

### C. Titik Pembakaran

1) Laju alir pada kondisi standar

Diketahui :

$$Q_0 = 1,7 \text{ m}^3/\text{menit}$$

$$T_s = 298 \text{ k}$$

$$T_0 = 313,48 \text{ k}$$

$$P_s = 760 \text{ mmHg}$$

$$P_0 = 682,6425 \text{ mmHg}$$

$$Q_s = Q_0 \times \left[ \frac{T_s \times P_0}{T_0 \times P_s} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$Q_s = 1,7 \frac{m^3}{menit} \times \left[ \frac{298 \times 682,64}{313,48 \times 760} \right]^{\frac{1}{2}} = 1,570 m^3/menit$$

2) Volume udara yang diambil

$$V = Q_s \times t$$

$$V = 1,570 \frac{m^3}{menit} \times 60 \text{ menit} = 94,25 m^3$$

3) Konsentrasi PM<sub>10</sub>

$$W_1 = 2,9468 g$$

$$W_2 = 3,5867 g$$

$$C = \frac{(W_2 - W_1) \times 10^6}{V}$$

$$C = \frac{(3,5486 - 2,5072) \times 10^6}{94,25 m^3} = 11040 \mu g/m^3$$

4) Konversi perhitungan pada 8 jam

Diketahui :

$$C_2 = 11040 \mu g/m^3$$

$$t_2 = 1 \text{ jam}$$

$$t_1 = 8 \text{ jam}$$

$$P = 0,17$$

$$C_1 = C_2 \left( \frac{t_2}{t_1} \right)^P$$

$$C_1 = 11040 \left( \frac{1}{8} \right)^{0,17}$$

$$= 7752,53 \mu g/m^3$$

## Lampiran 3 Kuesioner

### KUESIONER



### POLITEKNIK KESEHATAN PADANG

### ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN (ARKL) PAJANAN DEBU (PM10) TAHUN 2024

Dengan Hormat,

Saya Mahasiswa Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Padang Bapak/Ibu. Saya sedang melakukan penelitian tentang “**ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN**”.

Saya sangat mengharapkan kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi formulir kuesioner ini, karena sangat berguna bagi ilmu pengetahuan, khususnya pemerintah dalam mengatasi masalah pencemaran udara.

Kuesioner ini tidak berpengaruh terhadap Bapak/Ibu. Perlu kami tegaskan bahwa:

1. Kami menjamin kerahasiaan identitas pribadi serta jawaban yang Bapak/Ibu berikan.
2. Jawaban jujur dari Bapak/Ibu sangat kami harapkan dan bermanfaat untuk kemajuan Ilmu Pengetahuan dan Kesehatan.
3. Setelah penelitian ini selesai, kuesioner ini akan saya amankan.

Dalam kegiatan penelitian ini ketenangan dan waktu Bapak/Ibu mungkin akan terganggu karena saya akan menanyakan beberapa data antropometri, seperti berat badan, pola aktivitas (lama pajanan dan frekuensi pajanan) serta karakteristik demografi (umur dan jenis kelamin). Saya mengharapkan kerjasama Bapak/Ibu untuk menjelaskan hal-hal yang saya butuhkan dengan sejujurnya dan serinci-rincinya. Penelitian ini insyaAllah bermanfaat bagi kita semua. Untuk itu saya mengucapkan terimakasih atas partisipasi Bapak/Ibu sebagai responden.

Pewawancara

Responden

( )

( )

No. Responden :  
No. Responden :  
Tanggal Wawancara : /

### **DATA UMUM**

1. Nama :  
2. Umur : tahun  
3. Jenis Kelamin :  
4. Alamat rumah :  
5. Pendidikan Terakhir :  
1. Tidak Tamat SD  
2. SD  
3. SLTP  
4. SLTA  
5. D3  
6. S1

### **1. KARAKTERISTIK ANTROPOMETRI DAN POLA AKTIVITAS**

1. Berat Badan : kg  
2. Lama di tempat kerja : a ..... jam/hari (Pukul.....s/d.....)  
b ..... hari/minggu  
c. tahun awal tinggal/ lama tinggal.....th  
3. Lama Libur : a. Dalam 1 minggu : ..... hari  
b. Dalam 1 bulan : ..... hari  
c. Libur Lebaran : ..... hari  
d. Total Libur dalam 1 tahun: .....hari

2. **DATA KESEHATAN (Contoh: Efek Kritis: Gangguan Saluran Pernafasan): Sesuai efek Pajanan**

Isilah dengan memberikan Bapak/Ibu *check list* (√) pada kotak yang tersedia.

1. Apakah Bapak/Ibu mengalami gangguan pernafasan seperti sesak nafas selama 1 bulan terakhir? YA  TIDAK

(Jika TIDAK langsung ke pertanyaan no.3)

2. Apakah Bapak/Ibu mengalami sesak nafas disertai nyeri pada dada?

YA  TIDAK

3. Apakah Bapak/Ibu mengalami batuk pada 1 bulan terakhir? YA   
TIDAK  (Jika TIDAK langsung ke pertanyaan no.5)

4. Apakah batuk disertai dahak? YA  TIDAK

5. Apakah Bapak/Ibu pernah didiagnosis menderita TB paru 12 bulan terakhir oleh tenaga kesehatan? YA  TIDAK

6. Apakah selama berada disini Bapak/Ibu pernah mengalami gangguan pernapasan (sesak nafas, nyeri dada, batuk, nyeri tenggorokan)? YA   
TIDAK

7. Apakah sebelum tinggal disini Bapak/Ibu mengalami gangguan pernafasan (sesak nafas, nyeri dada, batuk) sebelum bekerja di tempat ini? YA   
TIDAK



## Lampiran 5 Dokumentasi Penelitian



Pengambilan sampel di Industri Batu Bata



Penimbangan kertas saring



Wawancara pengisian kuesioner



Hasil kertas saring setelah penyaringan

# SKRIPSII\_RAHMAT\_HIDAYAT Revisi Sidang.docx

## ORIGINALITY REPORT

17%

SIMILARITY INDEX

17%

INTERNET SOURCES

4%

PUBLICATIONS

8%

STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

1	<a href="http://scholar.unand.ac.id">scholar.unand.ac.id</a> Internet Source	3%
2	<a href="http://journal.poltekkes-mks.ac.id">journal.poltekkes-mks.ac.id</a> Internet Source	2%
3	<a href="http://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Internet Source	2%
4	<a href="http://docplayer.info">docplayer.info</a> Internet Source	1%
5	Submitted to Badan PPSDM Kesehatan Kementerian Kesehatan Student Paper	1%
6	<a href="http://id.123dok.com">id.123dok.com</a> Internet Source	1%
7	<a href="http://pdffox.com">pdffox.com</a> Internet Source	1%
8	<a href="http://journal.stieamkop.ac.id">journal.stieamkop.ac.id</a> Internet Source	1%
9	<a href="http://media.neliti.com">media.neliti.com</a> Internet Source	1%