HUBUNGAN KADAR TIMBAL DALAM DARAH DENGAN KEJADIAN PENYAKIT ISPA PADA PEKERJA DI PT. NIPRESS ENERGI OTOMOTIF CILEUNGSI

SKRIPSI

ELWA APRILLIANI KARTIKA OLLONG
031611033

PROGRAM STUDI DIV KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS BINAWAN
JAKARTA

2020

UNIVERSITAS BINAWAN

HUBUNGAN KADAR TIMBAL DALAM DARAH DENGAN KEJADIAN PENYAKIT ISPA PADA PEKERJA DI PT. NIPRESS ENERGI OTOMOTIF CILEUNGSI

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Oleh : ELWA APRILLIANI KARTIKA OLLONG
NIM. 031611033

PROGRAM STUDI DIV KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS BINAWAN
JAKARTA

2020

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Elwa Aprilliani Kartika Ollong

NIM : 031611033

Prodi : Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya susun dengan judul:

"HUBUNGAN KADAR TIMBAL DALAM DARAH DENGAN KERJADIAN PENYAKIT ISPA PADA PEKERJA DI PT.NIPRESS ENERGI OTOMOTIF CILEUNGSI"

Adalah benar-benar hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan plagiat dari skripsi orang lain. Apabila pada kemudian hari pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi akademis yang berlaku (cabut predikat kelulusan dan gelar sarjana).

Jakarta, 31 Agustus 2020



Elwa Aprilliani K.O

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Binawan, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Elwa Aprilliani Kartika Ollong

NIM : 031611033

Prodi : Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Binawan **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (Non-Exclusive Royalty Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

"Hubungan kadar timbal dalam darah dengan kerjadian penyakit ISPA pada pekerja di PT.Nipress Energi Otomotif Cileungsi"

Beserta perangkat yang ada (apabila diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalty Non-Eksklusif ini Program Keselamatan dan Kesehatan Kerja Universitas Binawan berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Jakarta

Pada tanggal 31 Agustus 2020

Yang menyatakan:



ELWA APRILLIANI K.O

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama	: Elwa Aprilliani Kartika Ollong
NIM	: 031611033
Program Studi	: Keselamatan dan Kesehatan Kerja
Judul Skripsi	: Hubungan Kadar Timbal Dalam Darah dengan Kejadian Penyakit ISPA pada Pekerja di PT. Nipress Energi Otomotif Cileungsi"

Skripsi ini telah dipertahankan di hadapan Dewan Penguji Skripsi Program Studi Keselamatan dan Kesehatan Kerja Universitas Binawan Jakarta pada tanggal 10 Agustus 2020 dan telah diperbaiki sesuai masukan Dewan Penguji.

Jakarta, 31 Agustus 2020

Penguji I

(Dr. Agung Cahyono, T., M.Si)

Penguji II

(Dr. Anna Suraya, M.KK,SpOK)

Pembimbing

(Putri Winda Lestari, S.KM., M.Kes (Epid))

PERSEMBAHAN

Yang utama dari segalanya...
Sembah sujud serta syukur kepada Allah SWT.
Taburan kasih sayangmu telah memberiku kekuatan.
Atas karunia yang kau berikan akhirnya skripsi sederhana ini dapat terselesaikan.
Sholawat dan salam selalu terlimpahkan kehariban Rasulullah Muhammad SAW.
Kupersembahkan karya sederhana ini kepada semua orang yang sangat aku kukasihi dan sayangi

Mama dan Papa Tercinta dan Tersayang

Sebagai tanda bakti dari anak satu-satunya mama dan papa, hormat, dan rasa terima kasih yang tiada terhingga Elwa persembahkan karya kecil ini untuk mama dan papa yang telah memberikan kasih dan sayang, dukungan serta cinta kasih yang diberikan yang tak terhingga yang tidak mungkin terbalas dengan selembar kata cinta dan persembahan ini.
Semoga ini menjadi langkah awal untuk membuat mama dan papa bahagia amin yarobbal alamin.
I LOVE YOU

Sahabat

Untuk sahabat, yang paling aku sayangi, yang begitu setia menemani, membantu dengan sepenuh hati, Rico Zulfani, Nazwa Presikia dan Aulia, Elvi, Dian, Dina, dan Ami. Terimakasih atas perhatian yang selalu diberikan, sesulit apapun keadaan yang dialami selalu ada untuk mendampingi, dan memberikan support yang luar biasa.
Terimakasih untuk beberapa tahun ini sudah menemani dan selalu memberikan yang terbaik.
Semoga Allah SWT selalu melindungimu dan mendengar doa-doa kita ya.
Masuk Kuliah Bareng, Wisuda Bareng.
Amin yarobbal alamin

RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap	: Elwa Aprilliani Kartika Ollong
Agama	: Islam
Tempat/Tgl Lahir	: Bogor, 2 April 1997
Kebangsaan	: Indonesia
Status	: Belum Menikah
Alamat	: Asrama Yon Bekang 1 Kostrad Rt 08/06 No.40 Cibinong-Bogor
Nomor Handphone (HP)	: 089634705727
Email	: Elwaaprilliani97@gmail.com

Riwayat Pendidikan

TK	: TKA Plus Al-Amien 2002-2003
SD	: SDN Cibinong 04 2003-2009
SMP	: SMP Putra Pakuan Bogor 2009-2012
SMK	: SMK Kesehatan Annisa 2012-2015
Perguruan tinggi	: Universitas Binawan

Pengalaman Organisasi

1. Menjadi Panitia lomba 17 Agustus di Asrama Yon Bekang
2. Anggota karang taruna di Asrama Yon Bekang

KATA PENGANTAR

Alhamdullilah, puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Shalawat serta salam semoga selalu tercurah kepada nabi akhir zaman Nabi Muhammad SAW, kepada para keluarga, sahabat dan umatnya hingga akhir zaman.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana terapan keselamatan dan kesehatan kerja di Program Studi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di Universitas Binawan. Selama menyusun skripsi ini, penulis telah banyak mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, baik bantuan moril maupun materil. Oleh karena itu penulis ingin berterima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Teristimewa Kedua orang tua penulis, Abdul Wahab dan Eli Elyanti yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril dan materil kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi
2. Bapak Husen, SST.K3.M.Si., selaku Kepala Program Studi K3 Universitas Binawan
3. Bapak dr. Agung Cahyono T., M. Si., selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat.
4. Ibu Putri Winda Lestari, S.KM., M.Kes, selaku dosen pembimbing skripsi
5. Bapak Fransiscus Harseno, selaku EHS *Coordinator* PT. Nipress Energi Otomotif
6. PT. Nipress Energi Otomotif yang telah memberikan kesempatan untuk penelitian kepada penulis
7. Seluruh Tim EHS PT. Nipress Energi Otomotif khususnya *safety officer* (Bapak Teguh Prassetyo, Bapak Ade Mulyana & Ibu Darti Mardiah) serta staf EHS lainnya yang telah

memberikan ilmu, wawasan dan pengalaman kepada penulis selama penelitian.

8. Seluruh Dosen, Staf dan Karyawan Universitas Binawan yang telah memberikan ilmu, wawasan dan pengalaman kepada penulis selama ini
9. Terimakasih kepada teman dekat, Rico Zulfani yang selalu memberikan motivasi dan memberikan semangat untuk menyelesaikan laporan skripsi
10. Terimakasih kepada ponakkan Nazwa presikia yang selalu memberikan semangat untuk menyelesaikan laporan skripsi ini
11. Para sahabat-sahabat, Aulia Ambarwati, Dian Maharani, Hendriana Elvi Melianti, Dina Fitroh Maulida, Lidya Situmorang & An Faturachmi, yang telah memberikan motivasi dan membantu prosesnya, Terimakasih atas semangatnya.
12. Dan seluruh rekan-rekan K3 Universitas Binawan angkatan 2016.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan ini masih banyak terdapat kekurangan baik dilihat dari segi menyajikan data maupun penulisannya. Kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi penulisan selanjutnya yang lebih baik.

Akhir kata semoga laporan ini menjadi tulisan yang bermanfaat bagi siapapun yang membaca.

Jakarta, 31 Agustus 2020

Elwa Aprilliani K.O

ABSTRAK

Nama : Elwa Aprilliani Kartika Ollong
Prodi : Keselamatan dan Kesehatan Kerja
Judul : Hubungan kadar timbal dalam darah dengan kerjadian penyakit ISPA pada pekerja di PT.Nipress Energi Otomotif Cileungsi

Latar belakang: Timbal merupakan salah satu polutan udara yang memiliki dampak bagi kesehatan manusia.Timbal (Pb) adalah salah satu pencemaran yang bisa menyebabkan ISPA. Data MCU PT. Nipress Energi Otomotif tahun 2019, penyakit ISPA merupakan penyakit dengan kunjungan pasien paling tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kadar timbal (Pb) dalam darah dan penyakit ISPA pada pekerja di PT. Nipress Energi Otomotif Cileungsi.

Metode: Penelitian ini termasuk penelitian analitik observasional dengan pendekatan *cross-sectional.* Data diperoleh dari data MCU tahun 2019. Sampel diambil dari seluruh pekerja yang melakukan pemeriksaan MCU sebanyak 550 orang. Data dianalisis secara univariat dan bivariat dengan uji *Chi*-square.

Hasil: Sebanyak 87,6% pekerja memiliki kadar Pb dalam darah >10 µg/dL. Sebanyak 4,9% pekerja mengalami ISPA. Terdapat hubungan yang bermakna antara kadar timbal dalam darah dengan kejadian penyakit ISPA pada pekerja di PT. Nipress Energi Otomotif Cileungsi (p=0,022).

Kata Kunci: Penyakit ISPA, kadar timbal dalam darah, timbal.

ABSTRACT

Name : Elwa Aprilliani Kartika Ollong

Study Program : *Occupational Health & Safety*

Title : *The relationship Blood Lead Level with incident Acute Respiratory Infections of workers at PT.Nipress Energi Otomotif Cileungsi*

Background: Lead is one of the air pollutants that have implications for human health. Lead (Pb) is one of the pollutants that can cause ARI. MCU data 2019 of PT. Nipress Energi Automotive in ISPA is a disease with the most number of patient visits. The objectives of this study were to Blood Lead Level and Acute Respiratory Infections workers at PT.Nipress Energi Otomotif Cileungsi.

Methods: This research was an observational analytic study and used a cross-sectional approach. Data obtained from 2019 MCU data. Samples were selected by a total of all workers who did the MCU examination were 550 people. Data were analyzed univariately and bivariate with the Chi-square test.

Results: As many as 87.6% of workers have blood Pb levels> 10 µg / dL. As many as 4.9% of workers experience Acute Respiratory Infections. There is a significant relationship between blood lead levels and the incidence of Acute Respiratory Infections in workers at PT. Nipress of Automotive Energy Cileungsi (p = 0.022)

Keyword: Disease ARI, Levels of lead (Pb) in the blood, Lead

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS i

LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI ii

LEMBAR PENGESAHAN iii

LEMBAR PERSEMBAHAN iv

RIWAYAT HIDUP v

KATA PENGANTAR vi

ABSTRAK viii

ABSTRACT ix

DAFTAR ISI x

DAFTAR TABEL xiii

DAFTAR GAMBAR xiv

DAFTAR ISTILAH/ SINGKATAN (GLOSSARY) xv

DAFTAR LAMPIRAN xvi

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang 1

1.2 Rumusan masalah 3

1.3 Tujuan Penelitian 3

13.1 Tujuan Umum 3

1.3.2 Tujuan Khusus 3

1.4 Manfaat Penelitian 3

1.4.1 Manfaat Bagi Peneliti 3

1.4.2 Manfaat Bagi FKM 3

1.4.3 Manfaat Bagi Perusahaan 4

1.5 Ruang Lingkup 4

BAB II PEMBAHASAN

2.1 Debu 5

2.1.1 Efek Debu Terhadap Fungsi Pernafasan 5

2.1.2 Nilai Ambang Batas (NAB) Debu 6

2.2 Timbal (Pb) 6

2.2.1 Pengertian Timbal (Pb) 6
2.2.2 Pengaruh Timbal (Pb) Terhadap Makhluk Hidup 7
2.2.3 Kadar Timbal (Pb) Dalam Darah Pekerja 9
2.3 Anatomi Sistem Pernafasan 11
2.3.1 Saluran Pernapasan Bagian Atas 11
2.3.2 Saluran Pernapasan Bagian Bawah 13
2.3.3 Masuknya Debu Ke Sistem Pernapasan 16
2.4 Inspeksi Saluran Pernapasan (ISPA) 17
2.4.1 Gejala ISPA 18
2.4.2 Faktor Resiko ISPA 19
2.4.3 Proses Terjadinya Infeksi Saluran Pernapasan 20
2.5 Proses Pembuatan Battrey 21
2.6 Kerangka Teori 24

BAB III METODELOGI PENELITIAN

3.1 Kerangka Konsep 25
3.2 Hipotesis 25
3.3 Jenis Penelitiaan Dan Rancangan Penelitian 25
3.4 Populasi dan Sampel / Objek Penelitian 26
3.5 Definisi Operasional 27
3.6 Sumber Data Penelitian 28
3.7 Instrumen Penlitian 28
3.8 Pengumpulan Data 28
3.9 Pengelolaan dan Analisis Data 29

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Objek Penelitian 31
4.1.1 Profil Perusahaan 31
4.1.2 Visi dan Misi 31
4.2 Hasil Penelitian 32
4.2.1 Hasil Analisis Univariat 32
4.2.2 Hasil Analisis Bivariat 37
4.3 Pembahasan 38
4.4 Keterbatasan Penelitian 40

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan 41

5.2 Saran 41

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Definisi Operasional 27

Tabel 4.1 Gambaran Usia Responden 32

Tabel 4.2 Gambaran Jenis Kelamin Responden 32

Tabel 4.3 Gambaran Divisi Responden..... 33

Tabel 4.4 Kadar Timbal dalam Darah pada pekerja di PT. Nipress Energi Otomotif..... 35

Tabel 4.5 Kejadian ISPA pada pekerja di PT. Nipress Energi Otomotif berdasarkan Data MCU Tahun 2019 36

Tabel 4.6 Proposi Distribusi ISPA Berdasarkan Departemen di PT. Nipress Energi Otomotif..... 37

Tabel 4.7 Hubungan Kadar Timbal Dalam Darah dengan Kejadian Penyakit ISPA (Infeksi Saluran Pernafasan Akut) di PT. Nipress Energi Otomotif berdasarkan Data MCU Tahun 2019 38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Logam Timbal (Pb) 7

Gambar 2.2 Komponen sistem pernafasan 11

Gambar 2.3 Anatomi saluran pernafasan bagian atas..... 13

Gambar 2.4 Stuktur Anatomi..... 14

Gambar 2.5 Iluastrasi trakhea dan Gambar melintang trakhea..... 15

Gambar 2.6 *Flow Proces Battery* 23

Gambar 2.7 Kerangka Teori..... 24

Gambar 3.1 Kerangka Konsep 25

Gambar 4.1 Distribusi Responden berdasarkan bagian di divisi produksi di PT. Nipress Energi Otomotif 33

Gambar 4.2 Distribusi Responden berdasarkan bagian di divisi external produksi di PT. Nipress Energi Otomotif..... 34

Gambar 4.3 Distribusi Frekuensi timbal berdasarkan di divisi di PT. Nipress Energi Otomotif 35

Gambar 4.4 Distribusi Frekuensi kejadian ISPA di PT. Nipress Energi Otomotif 36

DAFTAR ISTILAH/ SINGKATAN (GLOSSARY)

ILO	= *International Labour Organization*
PAK	= Penyakit Akibat Kerja
ISPA	= Infeksi Saluran Pernafasan Akut
ATSDR	= *Agency for Toxic Substance and Disease Registry*
MCU	= *Medical chekup*
FKM	= Fakultas Kesehatan Masyarakat
NAB	= Nilai Ambang Batas
BEI	= *Biological Exposure Indext*
CDC	= *Centers for Disease Control*
ALAD	= *Aminolevulinic Acid Dehydratase*
APD	= Alat Pelindung Diri
K3	= Keselamatan dan Kesehatan Keja
2W	= Two Will (Genset Roda 2)
4W	= Four Will (Genset Roda 4)

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Permohonan Maggang dan Penelitian 46

Lampiran 2. Hasil Pengolahan Data (Output SPSS) 47

Lampiran 3.Kadar timbal dalam darah berdasarkan divisi dari Data MCU tahun 2019 48

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyakit Akibat Kerja *(Occupational Diseases)* adalah penyakit yang diderita pekerja yang disebabkan oleh pekerjaan, alat kerja, proses kerja maupun lingkungan kerja. [1] Data *International Labour Organization (ILO)* tahun 2018, 2,78 juta pekerja meninggal setiap tahun karena kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja. Sekitar 2,4 juta (86,3%) dari kematian ini dikarenakan penyakit akibat kerja, sementara lebih dari 380.000 (13,7%) dikarenakan kecelakaan kerja. [2]

Badan dunia *International Labour Organisation (ILO)* tahun 2014 mengemukakan penyebab kematian yang diakibatkan oleh pekerjaan sebesar 34% adalah penyakit kanker, 25% kecelakaan, 21% penyakit saluran pernapasan, 15% penyakit kardiovaskuler, dan 5% disebabkan oleh faktor lain. [3]

Salah satu penyakit akibat kerja (PAK) adalah Penyakit Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) yang disebabkan oleh kualitas udara di lingkungan kerja. ISPA (Infeksi Saluran Pernafasan Akut) merupakan penyakit infeksi akut yang menyerang salah satu bagian atau lebih dari saluran nafas mulai dari hidung (saluran atas) hingga alveoli (saluran bawah) seperti sinus, rongga telinga tengah dan pleura. ISPA adalah penyakit saluran pernapasan atas atau bawah, biasanya menular yang dapat menimbulkan berbagai spektrum penyakit yang berkisar dari penyakit tanpa gejala atau infeksi ringan sampai penyakit parah dan mematikan. [4]

Faktor resiko yang dapat menyebabkan terjadinya ISPA yaitu kualitas udara, pencemaran udara dalam ruangan atau *(IAP/Indoor air pollution)*, dan pencemaran udara luar ruangan.[4] Debu di lingkungan kerja dapat berpengaruh terhadap kesehatan, salah satunya kepada sistem pernapasan. Debu timbal (Pb) yang dihisap

oleh pekerja dapat menyebabkan gangguan fungsi paru yang merupakan organ utama pernafasan. Timbal yang terhirup dan masuk pada sistem pernapasan akan ikut beredar ke seluruh jaringan dan organ tubuh. [5]

Timbal (Pb) merupakan jenis logam berat yang banyak digunakan di pabrik dan paling banyak menimbulkan keracunan pada makhluk hidup. Timbal banyak digunakan dalam industri pembuatan aki atau baterai, produksi logam, kimia, listrik, dan cat. Pengukuran timbal (Pb) dalam darah pada pekerja berdasarkan standar *ATSDR (Agency for Toxic Substance and Disease Registry)* 1999 yaitu < 10 µg/dL merupakan suatu kebijakan di mana jika seorang tenaga kerja melewati kadar tersebut diduga pada lingkungan kerja terdapat sumber paparan timbal (Pb) yang berpotensi mengganggu kesehatan. [4, 6]

PT Nipress Energi Otomotif adalah perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur baterai aki yang berbasis di Bogor. Salah satu bahaya yang terdapat di PT. Nipress Energi Otomotif adalah bahaya kimia yaitu timbal. Berdasarkan data MCU tahun 2019, ditemukan beberapa karyawan yang memiliki kadar timbal dalam darah > NAB (>10 µg/dL). Menurut data MCU, ISPA merupakan salah satu penyakit tertinggi di PT. Nipress Energi Otomotif. Berdasarkan latar belakang tersebut peneliti ingin melalukan penelitian berjudul "Hubungan Kadar Timbal Dalam Darah dengan Kejadian Penyakit ISPA Pada Pekerja di PT. Nipress Energi Otomotif".

1.2 Rumusan Masalah

Salah satu bahaya yang terdapat di PT. Nipress Energi Otomotif adalah timbal. Berdasarkan data MCU tahun 2019, ditemukan beberapa karyawan yang memiliki kadar timbal dalam darah > NAB (>10 µg/dL). Menurut data MCU, ISPA merupakan salah satu penyakit tertinggi di PT. Nipress Energi Otomotif. Maka dari itu penulis merumuskan masalah "Bagaimana Hubungan Kadar Timbal Dalam Darah dengan Penyakit ISPA Pada Pekerja di PT. Nipress Energi Otomotif?"

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan kadar timbal dalam darah dengan kejadian penyakit ISPA pada pekerja di PT. Nipress Energi Otomotif.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Mengetahui kadar timbal dalam darah pada pekerja di PT. Nipress Energi Otomotif.
2. Mengetahui kejadian penyakit ISPA pada pekerja di PT. Nipress Energi Otomotif.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Bagi Peneliti

Menerapkan ilmu yang didapat selama kuliah dan dapat menambah pengalaman kerja peneliti.

1.4.2 Manfaat Bagi FKM

a. Sebagai bahan referensi dan bahan bacaan yang diharapkan bermanfaat dalam menambah pengetahuan citivas akademik Universitas Binawan.
b. Menambah koleksi pustaka tentang K3 khususnya khususnya terkait kadar timbal dalam darah dan kejadian ISPA.

1.4.3 Manfaat Bagi Perusahaan

Menjadikan masukan positif sebagai bahan pertimbangan untuk melakukan pencegahan penyakit ISPA akibat pajanan timbal di di PT. Nipress Energi Otomotif.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Penulis memilih untuk melakukan penelitian "Hubungan Kadar Timbal Dalam Darah dengan Kejadian Penyakit ISPA Pada Pekerja di PT. Nipress Energi Otomotif" karena pada industri tersebut terdapat timbal (Pb) yang berisiko mengganggu kesehatan pernafasan dan dapat mengakibatkan pekerja mengalami penyakit ISPA.

Penelitian ini dilakukan pada pekerja di industri Otomotif PT. Nipress Energi Otomotif Jl. Raya Narogong Km.26, Cileungsi, Klapa Nunggal, Kec Klapanunggal, Bogor, Jawab Barat 16820 dari Febuari 2020 – Juni 2020.

Ruang lingkup penelitian terbatas pada kadar timbal dalam darah dengan ISPA. Variabel dependen penelitian yaitu gejala ISPA pada pekerja di PT. Nipress Energi Otomotif. Variabel independen yaitu kadar timbal dalam darah.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Debu

Debu adalah partikel-partikel zat padat yang ditimbulkan oleh kekuatan-kekuatan alami atau mekanis seperti pengolahan, penghancuran, pelembutan, pengepakan yang cepat, peledakan dan lain-lain dari bahan-bahan baik organik maupun anorganik Secara fisik debu atau *particulate* dikategorikan sebagai pencemar yaitu *dust* udara aerosol. [4]

Jenis debu diklasifikasikan atas 3 jenis yaitu : [4]

1. Debu organik adalah debu yang berasal dari makhluk hidup (debu kapas, debu daun-daunan, tembakau dan sebagainya).
2. Debu metal adalah debu yang di d alamnya terkandung unsur-unsur logam (Pb, Hg, Cd, dan Arsen)
3. Debu mineral ialah debu yang di dalamnya terkandung senyawa kompleks (SiO2, SiO3, dll).

2.1.1 Efek Debu Terhadap Fungsi Pernafasan

Partikel debu melayang *(Suspended Particulated Matter)* adalah suatu kumpulan senyawa dan bentuk padatan maupun cair yang tersebar di udara dengan diameter yang sangat kecil, kurang dari 1 mikron sampai maksimal 500 mikron. Ukuran partikel debu yang membahayakan kesehatan umumnya berkisar antara 0,1 mikron sampai 10 mikron. Partikel debu tersebut akan berada di udara dalam waktu yang relatif lama dalam keadaan melayang-layang dan dapat masuk melalui saluran pernafasan. Dengan menarik nafas, udara yang mengandung debu masuk ke dalam paru-paru. Jalur yang ditempuh hidung, pharinx, tracea, bronchus, bronchioli dan alveoli. Apa yang terjadi dengan debu ini sangat tergantung dari pada besarnya ukuran debu. [4]

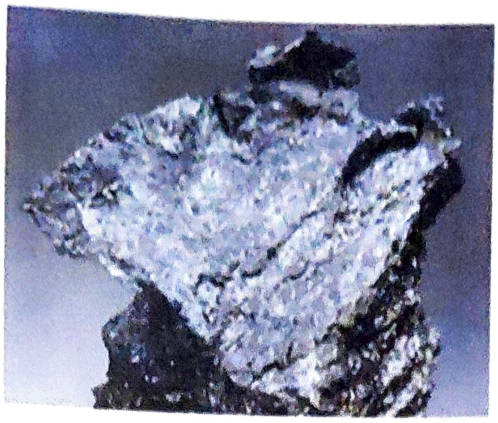
2.1.2 Nilai Ambang Batas (NAB) Debu

Nilai Ambang Batas Debu Nilai ambang batas atau NAB adalah standar faktor-faktor lingkungan kerja yang dianjurkan di tempat kerja agar tenaga kerja masih dapat menerimanya tanpa mengakibatkan penyakit atau gangguan kesehatan, dalam pekerjaan sehari-hari untuk waktu tidak melebihi 8 jam atau 40 jam seminggu. Nilai Ambang Batas debu mengikuti ambang batas udara ambien yaitu berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 41 Tahun 1999. Atau PP RI No.41 Tahun 1999. Yang menyebutkan NAB dalam 1 jam adalah 90 ug/Nm3 sedangkan dalam 24 jam adalah 230ug/Nm3. Untuk debu ditempat kerja dapat mengacu pada Keputusan Menteri Kesehatan (Kepmenkes) No.1405/ MENKES/SK/XI/2002. Di dalam peraturan ini disebutkan NAB maksimal di industri sebesar 10 mg/m^3. [4]

2.2 Timbal (Pb)

2.2.1 Pengertian Timbal (Pb)

Timbal (Pb) merupakan salah satu jenis logam berat yang sering juga disebut dengan istilah timah hitam. Timbal memiliki titik lebur yang rendah, mudah dibentuk, memiliki sifat kimia yang aktif sehingga biasa digunakan untuk melapisi logam agar tidak timbul perkaratan. Timbal adalah logam yang lunak berwarna abu-abu kebiruan mengkilat dan memiliki bilangan oksidasi +2. [7]



Gambar 2.1. Logam Timbal (Pb)
(Temple,2007)

Timbal mempunyai nomor atom 82 dengan berat atom 207,20. Titik leleh timbal adalah 1740 0C dan memiliki massa jenis 11,34 g/cm3. Logam Pb pada suhu 500-600 0C dapat menguap dan membentuk oksigen diudara dalam bentuk timbal oksida (PbO). [7]

2.2.2 Kadar Timbal (Pb) dalam Darah Pekerja

Biological Exposure Indext kadar timbal (Pb) darah yang ditetapkan oleh *Centers for Disease Control (CDC) and Prevention US* tahun 1991 kadar timbal (Pb) dalam darah 10 µg/dL adalah agar pekerja lebih mewaspadai terhadap kadar timbal (Pb) darah dan segera dilakukan tindakan pengendalian sumber paparan supaya tidak lebih membahayakan kesehatan karena kadar timbal (Pb) darah < 10 µg/dL juga memberikan dampak terhadap peningkatan *enzim delta aminolevulinik acid dehidratase (ALAD)* dalam sel darah merah dan akan menyebabkan turunnya jumlah sel darah merah. [6]

Kadar timbal (Pb) dalam darah dapat masuk dalam tubuh, melalui jalur absorsi sebagai berikut : [6]

a. Kulit

Proses absorsi timbal (Pb) melalui sentuhan kulit yaitu apabila kulit menyentuh timbal (Pb). Absorbsi Pb pada kulit sangatlah kecil. Masuknya timbal (Pb) ke dalam darah tergantung ukuran partikel daya larut. [6]

b. Inhalasi

Absorbsi timbal (Pb) melalui inhalasi/saluran pernapasan dipengaruhi oleh tiga proses yaitu deposisi, pembersihan mukoliar, dan pembersihan aveolar. Deposisi terjadi di masofaring, saluran trakeobronkial, dan alveolus. Deposisi tergantung pada ukuran partikel timbal (Pb) dalam pernapasan dan daya larut. Partikel yang lebih besar banyak dideposit pada saluran pernapasan bagian atas dibandingkan dengan partikel yang lebih kecil.

Persentase timbal (Pb) udara yang terhirup akan mencapai darah diperkirakan sekitar 30% sampai 40% (rata-rata 37%) tergantung pada ukuran partikel, daya larut, volume pernapasan, variasi psikologis individu, dan kondisi psikologis yang mempengaruhi penyerapan paru.[6]

c. Saluran Pencernaan

Zat kimia yang ditelan dalam tubuh akan diabsorbsi dalam saluran gastrointestinal. Abrsorbsi dapat berlangsung dalam saluran pencernaan, melalui mulut sampai rektum. Lokasi utama absorbsi berada di usus halus.

Masuknya timbal (Pb) dalam saluran pencernaan diakibatkan karena masuknya timbal (Pb) dalam makanan. Apabila logam berat timbal (Pb) masuk ke dalam tubuh melalui makanan akan terakumulasi secara terus-menerus dan dalam jangka waktu yang lama dapat

mengakibatkan gangguan sistem syaraf, kelumpuhan, kematian dini serta penurunan tingkat kecerdasan anak. Tinggi rendahnya timbal (Pb) dalam darah merupakan salah satu indikator biologis adanya paparan timbal (Pb). Kadar timbal (Pb) darah merupakan indikator yang paling baik yang menunjukkan pemaparan sekarang. Sehingga kadar timbal (Pb) dalam darah harus selalu dijaga agar tidak berpotensi mengganggu kesehatan. [6]

2.2.3 Dampak Timbal (Pb) Terhadap Kesehatan Manusia

Pb merupakan racun syaraf (*neuro toxin*) yang bersifat kumulatif, destruktif dan kontinu pada sistem haemofilik, kardiovaskuler dan ginjal. Anak yang telah menderita tokisisitas timbal cenderung menunjukkan gejala hiperaktif, mudah bosan, mudah terpengaruh, sulit berkonsentrasi terhadap lingkungannya termasuk pada pelajaran, serta akan mengalami gangguan pada masa dewasanya nanti yaitu anak menjadi lamban dalam berfikir, biasanya orang akan mengalami keracunan timbal bila ia mengonsumsi timbal sekitar 0,2 sampai 2 mg/hari. [8]

Berikut dampak logam Pb pada kesehatan: [8]

a. Sistem Syaraf dan Kecerdasan

Efek Pb terhadap sistem syaraf telah diketahui, terutama dalam studi kesehatan kerja dimana pekerja yang terpajan kadar timbal yang tinggi dilaporkan menderita gejala kehilangan nafsu makan, depresi, kelelahan, sakit kepala, mudah lupa, dan pusing. Efek timbal terhadap kecerdasan anak memiliki efek menurunkan IQ bahkan pada tingkat pajanan rendah. Studi lebih lanjut menunjukkan bahwa kenaikan kadar timbal dalam darah di atas 20 µg/dl dapat mengakibatkan penurunan IQ sebesar 2-5 poin.

b. Efek Sistemik

Kandungan Pb dalam darah yang terlalu tinggi (toksitas Timbal yakni di atas 30 ug/dl) dapat menyebabkan efek sistemik lainnya adalah gejala gastrointestinal. Keracunan timbal dapat berakibat sakit perut, konstipasi, kram, mual, muntah, anoreksia, dan kehilangan berat badan. Pb juga dapat meningkatkan tekanan darah. Intinya timbal ini dapat merusak fungsi organ.

c. Efek Terhadap Reproduksi

Pajanan Pb pada wanita di masa kehamilan telah dilaporkan dapat memperbesar resiko keguguran, kematian bayi dalam kandungan, dan kelahiran prematur. Pada laki-laki, efek Pb antara lain menurunkan jumlah sperma dan meningkatnya jumlah sperma abnormal.

d. Pada Tulang

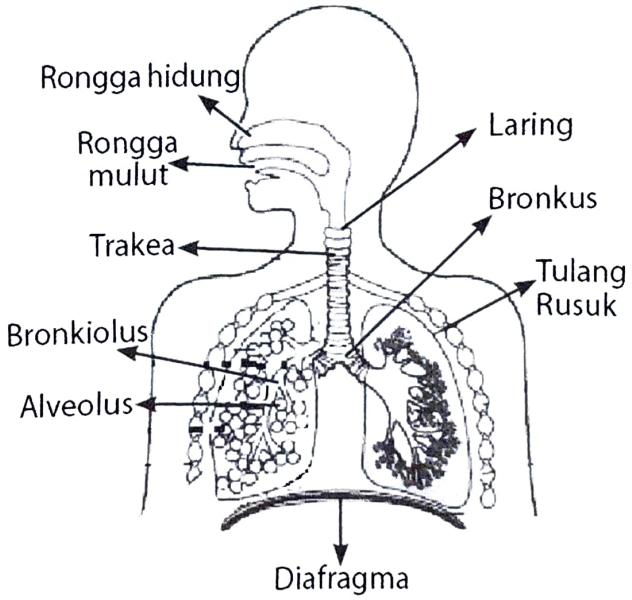
Pada tulang, ion Pb2+ logam ini mampu menggantikan keberadaan ion Ca2+ (kalsium) yang terdapat pada jaringan tulang. Konsumsi makanan tinggi kalsium akan mengisolasi tubuh dari paparan Pb yang baru.

Timbal juga dapat menyebabkan ISPA karena disebabkan oleh asap hasil pembakaran bahan bakar dengan konsentrasi tinggi dapat merusak mekanisme pertahanan paru sehingga akan memudahkan timbulnya ISPA. Asap pembakaran mengandung berbagai partikel, seperti seperti Timbal (Pb), Besi (Fe), Mangan (Mn), Arsen (Ar), Cadmium (Cd) yang dapat menyebabkan iritasi pada mukosa saluran napas sehingga saluran pernapasan mudah mengalami infeksi. Partikel-partikel tersebut bila masuk ke dalam tubuh akan menyebabkan sel epitel dan silianya mudah rusak sehingga benda asing yang masuk ke dalam saluran pernapasan tidak dapat dikeluarkan. Dengan demikian, saluran pernapasan akan mengerut yang

disebabkan oleh saraf-saraf yang terdapat di dalam saluran pernapasan terganggu. Respon yang diberikan tubuh bila mengalami keadaan tersebut adalah mengeluarkan sekret atau benda asing secara aktif melalui batuk. [9]

2.3 Anatomi sistem pernapasan

Anatomi saluran pernapasan secara garis besar terdiri atas saluran pernapasan bagian atas (rongga hidung, sinus paranasal, dan faring), saluran pernapasan bagian bawah (laring, trakhea, bronkhus dan alveoli), sirkulasi pulmonal (ventrikel kanan, arteri pulmonar, kapiler pulmonar, venula pulmonar, vena pulmonar dan atrium kiri), paru (paru kanan 3 lobus dan paru kiri 2 lobus), rongga pleura, dan otot-otot pernapasan. [4] (dapat dilihat pada gambar 2.2)



Gambar 2.2. Komponen sistem pernapasan

Sumber : Muttaqin, 2008

2.3.1 Saluran Pernapasan Bagian Atas

a. Rongga Hidung

Rongga hidung terdiri dari tonjolan seperti rak, yaitu turbinat yang bekerja seperti kisi-kisi radiator untuk menghangatkan dan 39 melembabkan udara. Mukosa

rongga ini memiliki banyak pembuluh darah dan bervariasi. Hidung terdiri atas dua nostril yang merupakan pintu masuk menuju rongga hidung. Rongga hidung adalah dua kanal sempit yag satu sama lainnya dipisahkan oleh septum. Dinding rongga hidung dilapisi oleh mukosa respirasi serta sel epitel batang, bersilia dan berlapis semu. Mukosa tersebut menyaring, menghangatkan dan melembapkan udara yang masuk melalui hidung. Vestibulum merupakan bagian dari rongga hidung yang berambut dan berfunggsi menyaring partikel-partikel asing berukuran besar agar tidak masuk ke saluran pernapasan bagian bawah. Dalam hidung juga terdapat saluran-saluran yang menghubungkan antara rongga hidung dengan kelenjar air mata, bagian ini dikenal dengan kantung nasolakrimalis. Kantung nasolakrimalis ini berfungsi mengalirkan air melalui hidung yang berasal dari kelenjar mata jika seseorang menangis. [4]

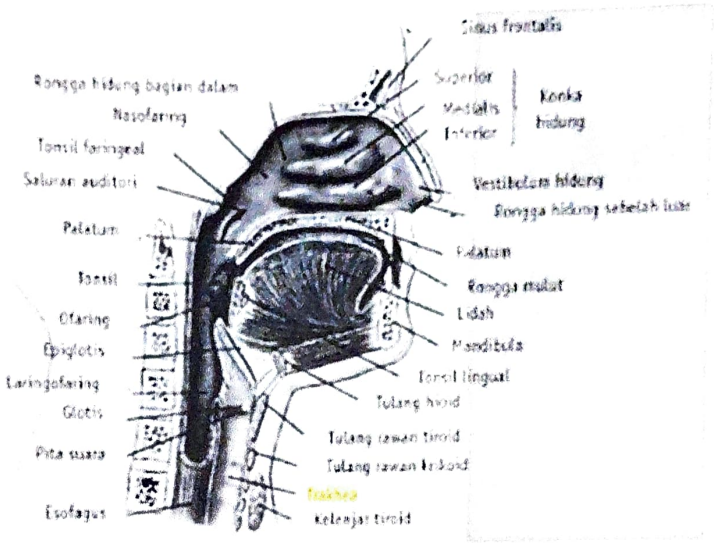
b. Sinus Paranasal

Sinus paranasal berperan dalam menyekresi mukus, membantu pengaliran air mata melalui saluran nasolakrimalis, dan membantu dalam menjaga permukaan rongga hidung tetap bersih dan lembap. Sinus paranasal juga termasuk dalam wilayah pembau di bagian 40 posterior rongga hidung. Wilayah pembau tersebut terdiri atas permukaan inferior palatum kribriform, bagian superior septum nasal, dan bagian superior konka hidung. Reseptor di dalam epitel pembau ini akan merasakan sensasi bau.

c. Faring

Faring atau tenggorok adalah tuba muskular yang terletak di posterior rongga nasal dan oral di anterior vertebra servikalis. Secara deskriptif, faring dapat dibagi menjadi tiga segmen, setiap segmen dilanjutkan oleh segmen lainnya yaitu nasofaring, orofaring dan laringofaring. Faring (tekak)

adalah pipa berotot yang bermula dari dasar tengkorak dan berakhir sampai persambungannya dengan esofagus dan batas tulang rawan krikoid. Faring terdiri atas tiga bagian yang dinamai berdasarkan tata letaknya, yakni nasofaring (di belakang hidung), osofaring (di belakang mulut), dan laringofaring (di belakang faring) [4].



Gambar 2.3. Anatomi Saluran Pernapasan Bagian Atas

Sumber : Muttaqin, 2008

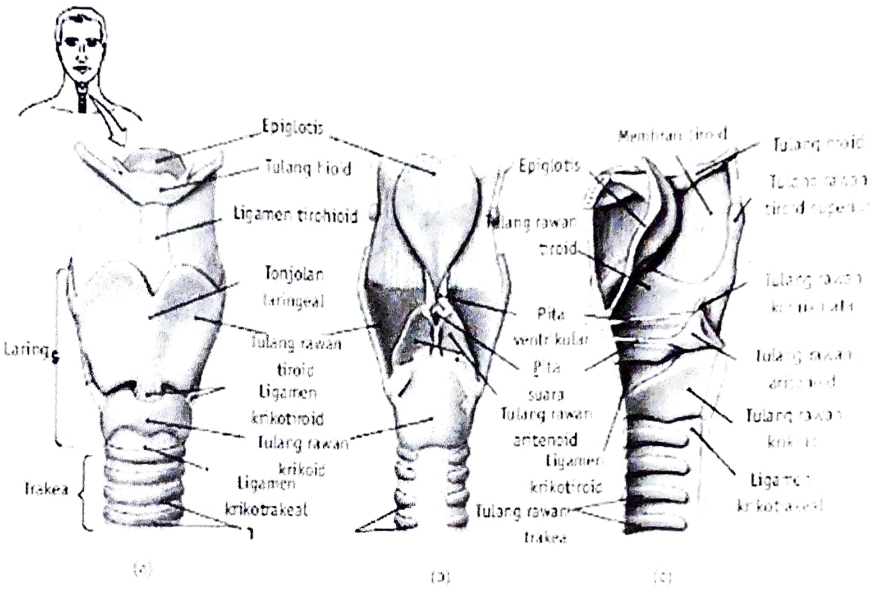
2.3.2 Saluran Pernapasan Bagian Bawah

a. Laring

Laring adalah suatu katup yang rumit pada persimpangan lintasan makanan dan lintasan udara. Laring terangkat dibawah lidah saat menelan dan karenanya mencegah makanan masuk ke trakea. [4]

Laring adalah tabung pendek berbentuk seperti kotak triangular dan ditopang oleh sembilan kartilago, tiga berpasangan dan tiga tidak berpasangan. Kartilago berpasangan yaitu kartilago aritenoid, kartilago kornikulata, dan kartilago kuneiform. Sedangkan kartilago tidak berpasangan yaitu kartilago tiroid, krikoid, dan epiglottis. [4]

Laring (tenggorok) terletak di antara faring dan trakhea. Berdasarkan letak vertebra servikalis, laring berada di ruas ke 4 atau ke 5 dan berakhir di vertebra servikalis ruas ke 6. Laring disusun oleh 9 kartilago yang disatukan oleh ligamen dan otot rangka pada tulang hioid di bagian atas dan trakhea di bagian bawahnya. [4]



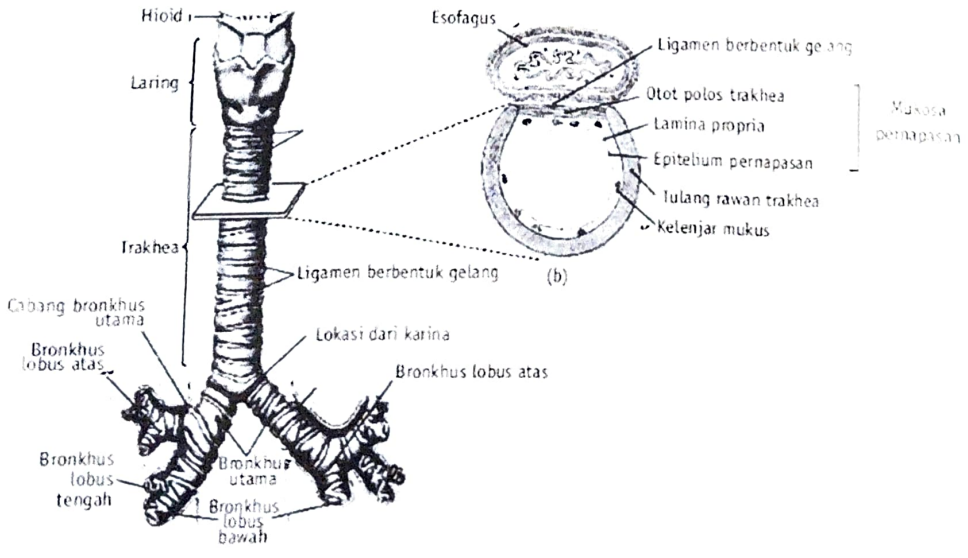
Gambar 2.4. Struktur anatomi laring (a) Pandangan anterior (b) Pandangan posterior (c) pandangan melintang
(Sumber Simon dan Schuster, 2003)

Otot yang mengabdusikan laring berkontraksi pada awal inspirasi (menghisap udara), menarik pita suara saling menjauhi dan membuka glottis. Sewaktu menelan atau bersenda gurau terdapat refleks kontraksi otot-otot aduktor yang menutup glottis dan mencegah aspirasi makanan, cairan atau muntahan ke dalam paru-paru. [4]

b. Trakhea

Trakhea adalah saluran udara tubular yang mempunyai panjang sekitar 10 sampai 13 cm dengan lebar sekitar 2,5 cm. Trakhea terletak di depan esofagus dan saat palpasi teraba sebagai struktur yang keras, kaku, tepat di

permukaan anterior leher. Trakhea memanjang dari laring atas ke arah bawah ke dalam 43 rongga toraks tempatnya terbagi menjadi bronkhi kanan dan kiri. Pengertian lain menyebutkan trakhea sebagai tuba atau pipa udara dengan panjang 10-12 cm dengan diameter 2,5 cm dan terletak di atas permukaan anterior esofagus. Tuba ini merentang dari laring pada area vertebra serviks keenam sampai area verebra toraks kelima tempatnya membelah menjadi dua bronkus utama. Bronkhus mempunyai struktur serupa dengan trakhea. Bronkhus kiri dan kanan tidak simetris. Bronkhus kanan lebih pendek, lebih lebar, dan arahnya hampir vertikal dengan trakhea. Sebaliknya bronkhus kiri lebih panjang, lebih sempit dan sudutnya lebih runcing. Bentuk anatomi ini memiliki implikasi klinis 44 tersendiri jika ada benda asing yang terinhalasi, maka benda itu lebih memungkinkan berada di bronkhus kanan dibandingkan dengan bronkhus kiri karena arah dan lebarnya. [4]



Gambar 2.5. (a) Ilustrasi trakhea (b) gambaran melintang trakhea

Sumber : Muttaqin, 2008.

2.3.3 Masuknya Debu ke Sistem Pernapasan

Partikel yang ukurannya cukup kecil untuk dapat menetap di udara dapat terhirup melalui hidung yaitu melalui rongga hidung ataupun melalui mulut. Kemampuan partikel untuk terhirup tergantung pada diameter partikel, pergerakan udara di sekitar tubuh, dan rasio pernapasan. Partikel yang terhirup ini kemudian dapat mengendap ataupun dihembuskan kembali, tergantung pada fisiologi dan faktor terkait partikel. lima mekanisme deposisi atau pengendapan partikel dalam tubuh manusia yaitu sedimentasi, impaksi inersia, difusi (hanya untuk partikel dengan ukuran <0,5 µm), intersepsi dan pengendapan elektrostatis. Sedimentasi dan impaksi merupakan mekanisme yang paling penting yang berhubungan dengan debu udara yang terhirup, dan hal ini merupakan proses yang ditentukan oleh diameter partikel, dikatakan sebanyak 55% debu yang terhisap melalui udara ke pernapasan mempunyai ukuran antara 0,25µm - 6 µm dan jumlah debu yang terhisap tersebut 15-95% dapat mengalami retensi (debu tertahan di dalam tubuh). Proporsi retensi tersebut mempunyai hubungan langsung dengan sifat-sifat fisik debu. Didasarkan atas sifat fisiknya 45 suspensi debu yang terdapat dalam udara dan anatomi sistem pernapasan maka dapat dikatakan bahwa partikel debu yang mempunyai ukuran lebih besar dari 10 µm dapat dikeluarkan oleh saluran napas bagian atas. Partikel debu yang berukuran 5 µm dengan 10 µm tertahan terutama pada saluran pernapasan bagian atas. Debu yang memiliki ukuran 5 µm sampai dengan 10 µm akan ikut jatuh sejalan dengan percepatan gravitasi dan bila terhirup melalui pernapasan biasanya akan jatuh pada alat pernapasan bagian atas dan menimbulkan banyak penyakit berupa iritasi sehingga menimbulkan penyakit pharingitis. Partikel debu dengan ukuran 3 µm sampai dengan 5 µm akan ditahan oleh

saluran pernapasan bagian tengah. Partikel debu tersebut jatuhnya lebih ke dalam yaitu pada saluran pernapasan (bronchus/broncheolus). Hanya bedanya disini lebih banyak memiliki aspek fisiologis yaitu menimbulkan bronchitis, alergis atau asma dan lebih mudah terkena pada orang yang semula sudah memiliki kepekaan berdasarkan keadaan seperti itu. Partikel debu yang berukuran 1 µm sampai dengan 3 µm dapat mencapai bagian yang lebih dalam lagi dan mengendap di alveoli karena adanya gravitasi dan difusi. Partikel debu bergerak sejalan dengan suatu kecepatan yang konstan untuk jenis-jenis debu tertentu. Debu-debu tersebut menghambat fungsi alveoli sebagai media pertukaran gas. Sehingga dengan melekatnya debu ukuran ini akan 46 mengganggu kemampuan proses pertukaran gas yang lebih kecil ukurannya dan lebih perlahan jatuhnya. [4]

2.4 Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA)

ISPA adalah penyakit saluran pernapasan atas atau bawah, biasanya menular yang dapat menimbulkan berbagai spektrum penyakit yang berkisar dari penyakit tanpa gejala atau infeksi ringan sampai penyakit parah dan mematikan. [4]

ISPA merupakan penyakit infeksi yang menyerang salah satu bagian dan atau lebih dari saluran napas, mulai dari hidung (saluran atas) hingga alveoli (saluran bawah) termasuk jaringan adneksanya, seperti sinus, rongga telinga tengah dan pleura. Istilah ISPA meliputi tiga unsur yakni infeksi, saluran pernapasan dan akut. [4, 10]

a. Infeksi adalah masuknya kuman atau mikroorganisme ke dalam tubuh manusia dan berkembang biak sehingga menimbulkan gejala penyakit.
b. Saluran pernapasan adalah organ mulai dari hidung hingga alveoli beserta organ adneksanya. ISPA secara anatomis mencakup saluran pernapasan bagian atas, saluran

pernapasan bagian bawah (termasuk jaringan paru-paru) dan organ adneksa saluran pernapasan.

c. Infeksi akut adalah infeksi yang berlangsung sampai dengan 14 hari. Batas 14 hari diambil untuk menunjukkan proses akut meskipun untuk beberapa penyakit yang dapat digolongkan menjadi ISPA prosesnya dapat berlangsung lebih dari 14 hari.

2.4.1 Gejala ISPA

Infeksi saluran pernafasan akut (ISPA) adalah penyakit saluran pernapasan atas atau bawah, biasanya menular yang dapat menimbulkan berbagai spectrum penyakit yang berkisar dari penyakit tanpa gejala atau infeksi ringan sampai penyakit yang parah dan mematikan, tergantung pada pathogen penyebabnya, faktor lingkungan dan faktor penjamu. Namun demikian, sering juga ISPA didefinisikan sebagai penyakit saluran pernapasan akut yang disebabkan oleh agen infeksi yang ditularkan dari manusia ke manusia. Timbulnya gejala biasanya cepat yaitu dalam waktu beberapa jam sampai beberapa hari. Gejalanya meliputi demam, batuk dan sering juga nyeri tenggorok, *coryza* (pilek), sesak napas, kesulitan bernapas.[4]

Permukaan mukosa hidung tampak merah dan membengkak. Akhirnya terjadi peradangan yang disertai demam, pembengkakan pada jaringan tertentu hingga kemerahan. Infeksi dapat menjalar ke paru-paru, dan menyebabkan sesak atau pernapasan terhambat, oksigen yang dihirup berkurang sesudah 3-5 hari. Komplikasi yang mungkin terjadi adalah sinusitis, faringitis, infeksi telinga tengah, infeksi saluran tuba eustachii, hingga bronkhitis dan pneumonia.[4]

2.4.2 Faktor Resiko ISPA

Menurut berbagai penelitian sebelumnya terdapat berbagai faktor resiko yang dapat menyebabkan terjadinya ISPA, yaitu: [4]

a. Pencemaran udara dalam ruangan (Pb)

Pencemaran udara merupakan peningkatan konsentrasi zat-zat di dalam udara yang dapat diakibatkan oleh akitivitas manusia. Pencemaran terbagi menjadi dua yaitu pencemaran udara dalam ruangan dan pencemaran udara luar ruangan. Pencemaran udara dalam ruangan dapat berasal dari berbagai sumber baik bahan-bahan sintetis maupun bahan alami. Pencemaran udara ini kemudian berhubungan dengan penyakit ISPA.

Industri aki berpotensi menjadi penyebab pencemaran timbal (Pb), jika terhirup oleh pekerja dapat menyebabkan penyakit salah satunya penyakit ISPA.

b. Umur

Semakin bertambah umur seseorang maka akan terjadi degenerasi otot-otot pernapasan dan elastisitas jaringan menurun. Sehingga kekuatan otot-otot pernapasan dalam menghirup oksigen menjadi menurun. Kemudian karena faktor umur yang bertambah maka semakin banyak alveoli yang rusak dan daya tahan tubuh semakin rendah. Karena itu seseorang tersebut rentan terkena ISPA. Kemudian pajanan debu yang terkumpul di paru-paru juga dapat memengaruhi menyebabkan ISPA pada seseorang dengan umur lebih tua.

c. Jenis Kelamin

Faktor jenis kelamin merupakan salah satu variabel deskriptif yang dapat memberikan perbedaan angka/rate kejadian pada pria dan wanita. Perbedaan insiden penyakit

menurut jenis kelamin, dapat timbul karena bentuk anatomis, fisiologis dan sistem hormonal yang berbeda.

Berdasarkan penelitian, laki-laki lebih berisiko menderita ISPA dibandingkan perempuan. Pada anak laki-laki dan perempuan, ketika berusia 15- 24 tahun, mereka memiliki risiko menderita ISPA tidak terlalu jauh. Hal ini berhubungan dengan kebutuhan oksigen dimana anak laki-laki lebih membutuhkan oksigen lebih banyak dibandingkan dengan anak perempuan. Akan tetapi, risiko tersebut akan menjadi 2 kali lipat pada laki-laki setelah berumur 25 tahun. Hal ini terkait dengan aktivitas di luar rumah, perilaku merokok, dan nikotin. [11]

d. Masa kerja

Semakin lama manusia terpapar debu di tempat kerja yang bisa dilihat dari lama bekerja maka debu kemungkinan besar akan tertimbun di paru-paru. Hal ini merupakan hasil akumulasi dari inhalasi selama bekerja. Lama bekerja bertahun-tahun dapat memperparah kondisi kesehatan pekerja karena frekuensi pajanan yang sering.

e. Lama Pajanan

Lama pajanan debu beresiko mempengaruhi keparahan gangguan pernapasan yang diderita oleh pekerja. Karena semakin lama pajanan maka debu yang menumpuk semakin banyak. Berdasarkan penelitian mengenai pengaruh pajanan debu urea terhadap ISPA pekerja, ditemukan bahwa pekerja yang mengalami lama pajanan debu >8 jam mengalami ISPA lebih tinggi.

2.4.3 Proses Terjadinya Infeksi Saluran Pernapasan

Saluran pernafasan dari hidung sampai bronkhus dilapisi oleh membran mukosa bersilia, udara yang masuk melalui rongga hidung disaring, dihangatkan dan dilembutkan. Partikel

debu yang kasar dapat disaring oleh rambut yang terdapat dalam hidung, sedangkan partikel debu yang halus akan terjerat dalam membran mukosa. Gerakan silia mendorong membran mukosa ke posterior ke rongga hidung dan ke arah superior menuju faring. Secara umum efek pencemaran udara terhadap pernafasan dapat menyebabkan pergerakan silia hidung menjadi lambat dan kaku bahkan dapat berhenti sehingga tidak dapat membersihkan saluran pernafasan akibat iritasi oleh bahan pencemar. Produksi lendir akan meningkat sehingga menyebabkan penyempitan saluran pernafasan dan makrofage di saluran pernafasan. Akibat dari dua hal tersebut akan menyebabkan kesulitan bernafas sehingga benda asing tertarik dan bakteri tidak dapat dikeluarkan dari saluran pernafasan, hal ini akan memudahkan terjadinya infeksi saluran pernafasan. [10]

2.5 Proses Pembuatan Battery di PT. Nipress Energi Otomotif

1. Proses *Casting*

   Masuknya timah panas 40-49°c lalu timah di cairkan dan di cetak antimoni atau timah kalsium jadi *great* lempengan yang masing berlubang-lubang.

2. Proses *Oxide*

   Platinanya di hancurkan pada suhu 425°c. Awalnya lempengan kecil baru menjadi bubuk, melewati proses ball mil, yang bentuknya *oxide* lalu di proses di *mixing* tepung (bubuk timah) ada campuran B3 di proses *mixing* menjadi pasta.

3. Proses *Pasting*

   Dari bubuk menjadi pasta, di proses pasting melapisi *great* yang lempengan masih berlubang.

4. Proses *Curing*

   Proses pengeringan masih *unlovep* (belum ada kutub positif dan negatif).

5. Proses *Formation*

   Lempengan yang sudah dilapisi pasta di *charger* untuk di jadikan positif atau negatif, lalu di *washing* atau pencucian.

6. Proses *oven* (Pengeringan)

   Di proses ini sudah dibedakan positif dan negatifnya, lalu pengeringan

7. Proses *Cutting*

   Panel (*great* yang sudah diisi dengan pasta) di potong jadi 8 plate, lalu *Envelope*, pembungkus platenya

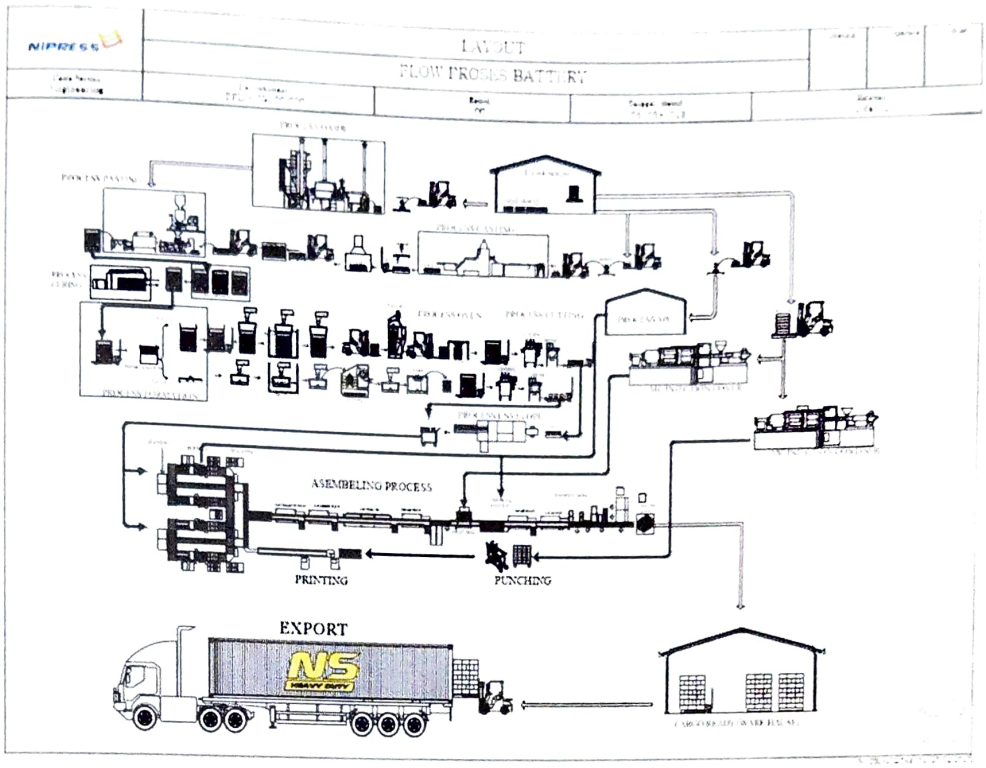
8. Proses *AMB (Asembeling)*

   Masuk ke staking (penyatuan plate positif dan negatif) sehingga menjadi susunan yang menyatu (sel group). Masuk ke bening pelelehan timah untuk menyatukan konektor dengan sel group. Sel group hasil dari staking di gabung dengan terminal dibergining lalu di masukkan ke kontener di *cell insert*. *Welder*, kemudian dia lirkan listrik sehingga antara konektor 1 dengan yang lainnya menyatu.

   Heat sil penyatuan antara *lead cover* (tutup atas aki) dengan kontener dengan cara di panaskan atau di lelehkan pada mould (cetakkan) yang sudah di lelehkan dengan panas 450˚c, lalu terminal di tutup positif dan negatif

   Full burning untuk percetakkan air lead untuk mengetes kebocoran udara setelah proses heatseal

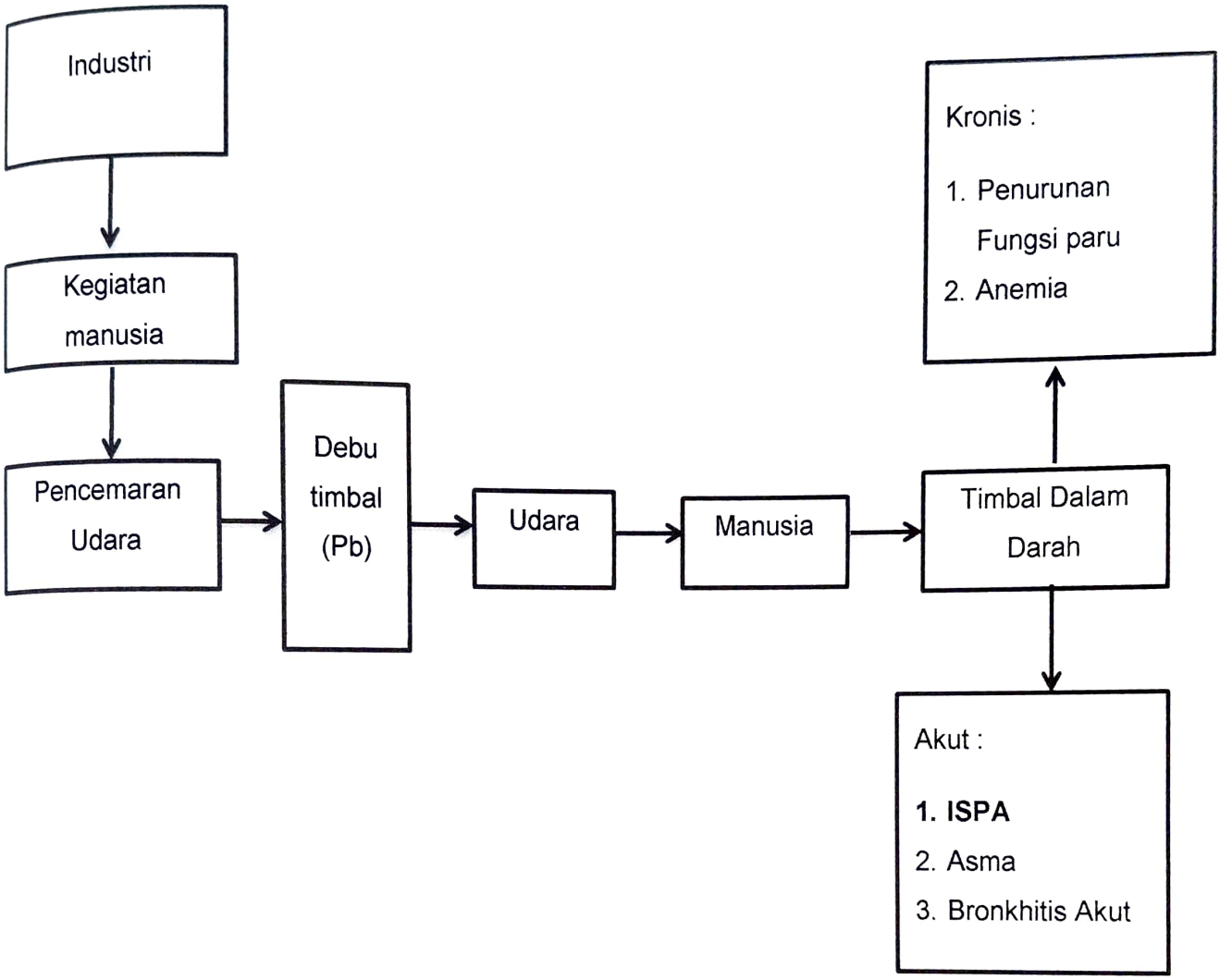
   Alumunium foil untuk penutupan *lead cover* pemasangan setelah diisi air untuk baterai konvensional.



Gambar 2.6. *Flow Proses Battery*

PT. Nipress Energi Otomotif

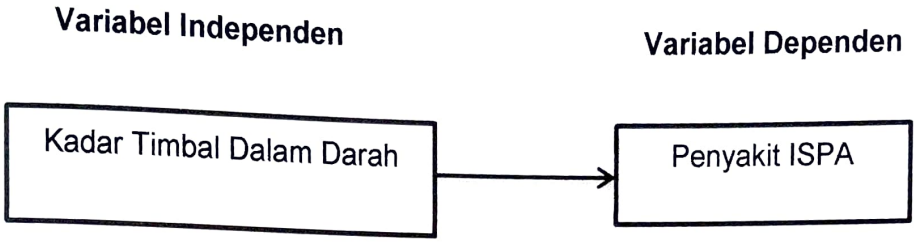
2.6 Kerangka Teori



Gambar 2.7 Kerangka Teori

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Kerangka Konsep



Gambar 3.1 Kerangka Konsep

Kerangka konsep penelitian ini terdiri dari 2 (dua) variabel yaitu variabel indenpenden dan dependen. Variabel indenpenden terdiri dari kadar timbal dalam darah, sedangkan variabel dependen yaitu penyakit ISPA.

3.2 Hipotesis

Hipotesis merupakan jawaban sementara terhadap rumusan masalah penelitian, dimana rumusan masalah penelitian telah dinyatakan dalam bentuk pertanyaan. Dikatakan sementara karena jawaban yang diberikan baru didasarkan pada teori. [4]

Hipotesis dalam penelitian ini adalah:

Ha : Ada Hubungan Kadar Timbal Dalam Darah dengan Kejadian Penyakit ISPA Pada Pekerja di PT. Nipress Energi Otomotif.

Ho : Tidak Ada Hubungan Kadar Timbal Dalam Darah dengan Kejadian Penyakit ISPA Pada Pekerja di PT. Nipress Energi Otomotif.

3.3 Jenis Penelitian dan Racangan Penelitian

Peneliti mengunakan jenis penelitian analitik observasional dengan pendekatan *Cross sectional. Cross sectional* adalah semua

pengukuran variabel (dependen dan independen) yang diteliti dilakukan pada waktu yang sama. [12]

3.4 Populasi dan Sampel Penelitian/ Objek Penelitian

3.4.1 Populasi

Populasi merupakan sekumpulan objek yang akan diteliti dan memiliki kesamaan karakteristik. Kesamaan karakteristik tersebut ditentukan berdasarkan pada sifat spesifik dari populasi yang ditentukan dengan kriteria inklusi atau ketentuan tertentu. [13] Populasi pada penelitian ini adalah pekerja di PT. Nipress Energi Otomotif, terdapat 801 orang.

3.4.2 Sampel

a) Sampel adalah sebagian orang yang diambil dari keseluruhan objek yang diteliti dan dianggap yang mewakili seluruh populasi. Sampel dalam penelitian ini adalah seluruh karyawan yang melakukan pemeriksaan MCU sebanyak 550 orang.

b) Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini adalah *purposive sampling* yaitu teknik untuk menetapkan pertimbangan-pertimbangan atau kriteria-kriteria tertentu

Kriteria dalam penelitian ini adalah :

1. Tenaga Kerja di PT. Nipress Energi Otomotif
2. Melakukan medical check up 3 bulan sekali
3. Merehap data MCU dan data kadar timbal darah tahun 2019

3.5 Definisi Operasional

Tabel 3.1 Definisi Operasional

No	Variabel	Definisi Operasional	Sumber Data	Hasil ukur	Skala ukur
Variabel Indenpenden					
1.	Kadar Timbal Dalam Darah	Konsentrasi Timbal yang terdapat pada urin responden (Kepmenkes No.1406/Menkes/ SK/XI/2002) .	Data Sekunder (MCU tahun 2019)	1. >10 µg/dL. 2. ≤10 µg/dL *Menurut Centers for Disease Control (CDC) and Prevention US* tahun 1991	Ordinal
Variabel Dependen					
2.	Penyakit ISPA	Responden terdiagnosis menderita salah satu atau lebih penyakit ISPA	Data sekunder (MCU tahun 2019)	1. Ya 2. Tidak	Nominal

3.6 Sumber Data Penelitian

Sumber data dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data sekunder adalah data yang di peroleh peneliti dari sumber yang sudah ada, Data yang telah dikumpulkan untuk maksud selain menyelesaikan masalah yang sedang dihadapi. Data ini dapat ditemukan dengan cepat. [14] Data sekunder dalam penelitian ini adalah data kadar timbal dalam darah dan data penyakit ISPA diperoleh dari MCU tahun 2019.

3.7 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian ini adalah rekapitulasi MCU. Terdiri dari data tanggal pelaksanaan MCU, Departemen, Bagian, Jabatan, Nama, Jenis kelamin, Tanggal lahir, Usia, Kadar Timbal Pb, dan ISPA pekerja di PT. Nipress Energi Otomotif.

3.8 Pengumpulan Data

Data dikumpulkan dengan teknik dokumentasi yaitu suatu cara yang digunakan untuk memperoleh data dan informasi dalam bentuk buku, arsip, dokumen, tulisan angka dan gambar yang berupa laporan serta keterangan yang dapat mendukung penelitian. Dokumentasi digunakan untuk mengumpulkan data kemudian ditelaah. Dokumentasi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi Data MCU. Berikut alur dalam penelitian ini:

1. Tahap Persiapan

   Tahap persiapan dimulai pada bulan Febuari 2020. Tahap persiapan meliputi izin penelitian, observasi awal yang bermaksud untuk mengetahui gambaran perusahaan secara umum.

2. Tahap Pelaksanaan

   Setelah mendapatkan izin penelitian dari perusahaan, peneliti berkoordinasi dengan pembimbing lapangan untuk mengetahui prosedur untuk penelitian. Penelitian melakukan

observasi dan dokumentasi untuk mengetahui gambaran khusus yang akan diteliti. Selanjutnya peneliti mengambil data dari MCU.

3. Tahap Akhir

Pada tahap akhir peneliti melakukan merehap data MCU dengan menggunakan data statistik mengolah data tersebut dan membuat laporan penelitian atau skripsi.

3.9 Pengelolaan dan Analisis Data

3.9.1 Pengolahan Data

Dalam pengolahan data dilakukan beberapa tahap, yaitu sebagai berikut :

1. *Coding*

   Coding merupakan kegiatan merubah data berbentuk huruf menjadi data berbentuk angka/bilangan.

2. *Editing*

   Yaitu menyunting data yang akan dimasukkan dan mengidentifikasi kembali variabel pertanyaan yang belum di *coding* serta melihat kelengkapan, kejelasan, relevan, dan konsistensi jawaban sebelum di *entry*.

3. *Entry Data*

   Yaitu proses memasukkan data ke dalam komputer dengan menggunakan bantuan program komputer.

4. *Cleaning*

   Yaitu proses pengecekan kembali data yang sudah di *entry* untuk memastikan tidak terdapat kesalahan pada data tersebut. Kemudian data tersebut telah siap diolah dan dianalisis.

5. *Tabulating* (tabulasi)

   Mengelompokkan data ke dalam tabel yang dibuat sesuai dengan maksud dan tujuan penelitian.

3.9.2 Analisis Data

Penelitian ini menggunakan analisis univariat dan analisis bivariat.

1. Analisis Univariat

   Analisis univariat merupakan suatu analisis untuk mendeskripsikan masing-masing variabel yang diteliti. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui gambaran distribusi frekuensi dan proporsi dari variabel dependen dan independen yang ada pada penelitian ini, yaitu variabel kadar timbal dalam darah dan penyakit ISPA.

2. Analisis Bivariat

   Analisis bivariat dilakukan untuk melihat hubungan antara faktor independen dengan faktor dependen. Variabel independen terdiri dari: Kadar timbal dalam darah sedangkan variabel dependen yaitu Penyakit ISPA.

   Uji statistik yang digunakan adalah *chi-square*, uji *chi-square* digunakan untuk menguji hipotesis bila dalam populasi terdiri atas dua atau lebih kelas dimana datanya berbentuk kategorik.

   Analisis menggunakan uji statistik *Chi-Square* (X^2) dengan $\alpha = 0,05$.

   Apabila nilai $p<0,05$ maka hasilnya bermakna secara statistik atau terdapat hubungan (Ha diterima), sedangkan bila nilai $p>0,05$ maka hasilnya tidak bermakna secara statistik atau tidak terdapat hubungan (Ha ditolak).

   Pengukuran besar risiko pada penelitian ini dilakukan dengan menghitung *Prevalent Ratio* karena jenis penelitian ini adalah *Cross sectional*. *Prevalent Ratio* (PR) adalah ukuran dari kuatnya hubungan antara variabel dikotomus faktor dan kelainan yang diteliti. [12]

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Deskripsi Objek Penelitian

4.1.1 Profil Perusahaan

PT Nipress adalah perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur baterai yang berbasis di Bogor. Perusahaan ini memproduksi aki yang akan di ekspor keluar negeri. PT Nipress telah berdiri kurang lebih selama 30 tahun. Didirikan pada tahun 1970, dan satu-satunya perusahaan baterai yang terdaftar di Indonesia sejak tahun 1992.

Maka perusahaan menganggap penting untuk menjaga kualitas produk yang akan di ekspor. Oleh karena itu perusahaan selalu berusaha agar produk yang dihasilkan dapat memuaskan pelanggan sehingga dapat menambahkan keunggulan perusahaan dalam memproduksi aki. Produk yang di hasilkan adalah semua baterai untuk semua daerah yang kapasitas besar. Memiliki pasar yang besar untuk pasar domestik dan internasio nal dan telah memasuki berbagai OEMs (*Original Equipment Manufacturer*) serta bekerja sama dengan pemerintah Indonesia untuk pengembangan baterai lithium untuk mobil listrik dan untuk baterai di bidang pertahanan dan keamanan.

4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan PT. Nipress Energi Otomotif

A. Visi

Menjadi pemain kelas dunia dalam solusi penyimpanan energi

B. Misi

1. Menyediakan solusi energi yang handal dan terjangkau.
2. Berperan serta dalam menjaga lingkungan yang lebih hijau
3. Menciptakan lingkungan kerja aman dan nyaman

4.2 Hasil Penelitian

4.2.1 Hasil Analisis Univariat

Analisis univariat dilakukan untuk mendeskripsikan masing-masing variabel yang diteliti meliputi kadar timbal dalam darah (variabel independen) maupun penyakit ISPA (variabel dependen).

1. Karakteristik Responden

Dari 550 responden, responden yang berusia >35 sebanyak 238 orang (43,2%), sedangkan responden yang berusia ≤35 sebanyak 312 orang (56,8%).

Tabel 4.1 Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Usia di PT. Nipress Energi Otomotif

Usia	Frekuensi	Presentase
> 35	238	43,2%
≤ 35	312	56,8%
Total	550	100%

Dari 550 responden, responden yang bejenis kelamin laki-laki sebanyak 525 orang (95,4%), sedangkan responden yang berjenis kelamin perempuan sebanyak 25 orang (4,6%).

Tabel 4.2 Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Jenis Kelamin di PT. Nipress Energi Otomotif

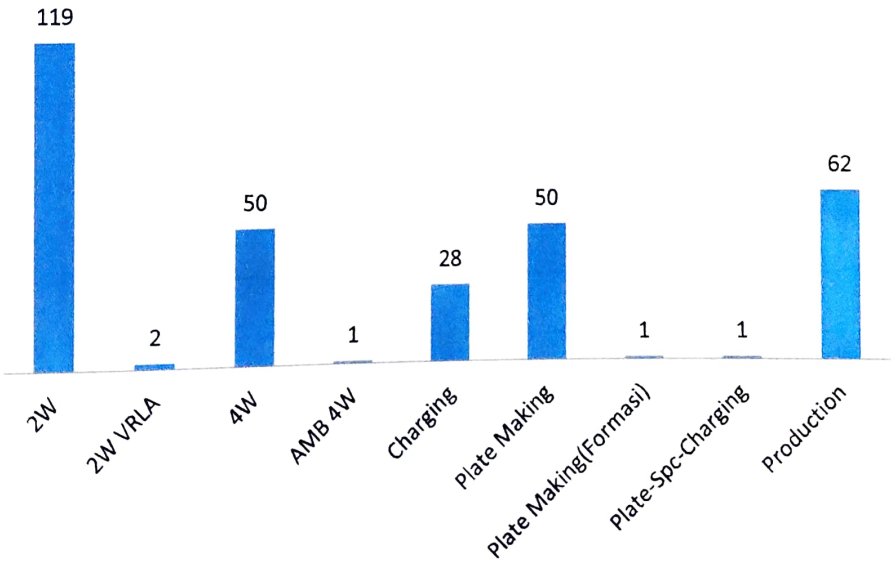
Jenis Kelamin	Frekuensi	Presentase
Laki – laki	525	95,4%
Perempuan	25	4,6%
Total	550	100%

Dari 550 responden, responden yang divisi produksi sebanyak 314 orang (57%), sedangkan responden yang divisi lainnya sebanyak 263 orang (43%)

Tabel 4.3 Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Divisi di PT.Nipress Energi Otomotif

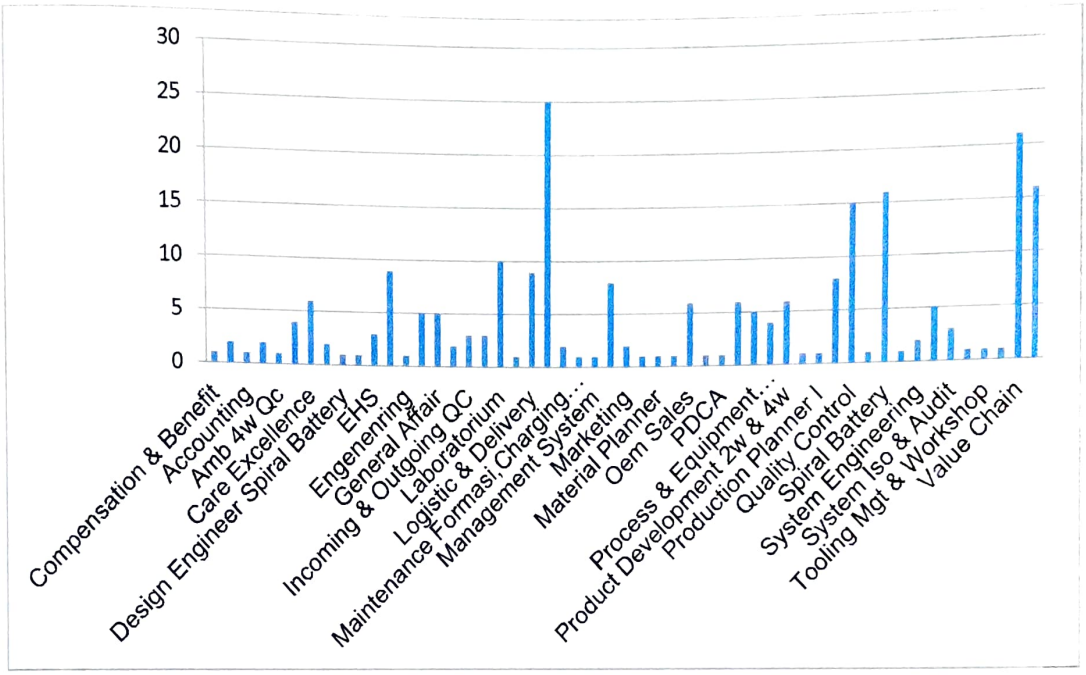
Divisi	Frekuensi	Presentase
Produksi	314	57%
Divisi Lain	263	43%
Total	550	100%

Di Divisi Produksi, bagian dengan jumlah karyawan terbanyak adalah bagian 2W yaitu sebanyak 119 orang sedangkan karyawan dengan jumlah paling sedikit ada di bagian AMB 4W, *Making, Plate SPC Charging* dimana masing-masing sebanyak 1 orang.



Gambar 4.1 Distribusi Responden Berdasarkan Bagian di Divisi Produksi PT. Nipress Energi Otomotif

Di divisi lain, bagian Logistic dan Delivery memiliki jumlah karyawan paling banyak yaitu 25 orang, *Value Chan* sebanyak 21 orang, *Spiral Battery* dan WH FG dan *Inventory Management* masing-masing sebanyak 16 orang.



Gambar 4.2 Distribusi Responden Berdasarkan Bagian di Divisi Lain PT. Nipress Energi Otomotif

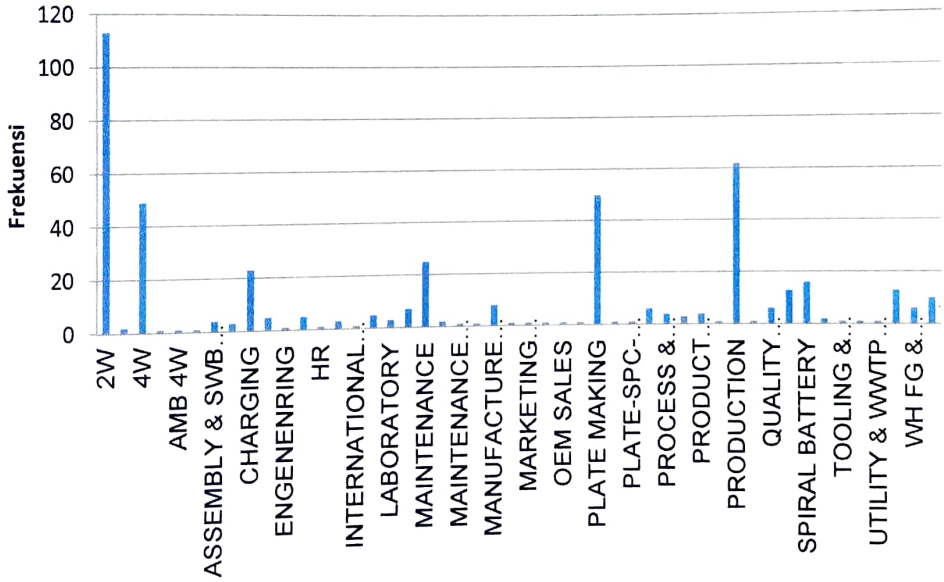
2. Kadar Timbal dalam Darah pada pekerja di PT. Nipress Energi Otomotif.

Dari 550 responden, diketahui bahwa pekerja yang memiliki kadar timbal dalam darah >10 µg/dL sebanyak 482 orang (87,7%) sedangkan pekerja yang mengalami kadar timbal dalam darah ≤ 10 µg/dL yaitu sebanyak 68 orang (12,3%).

Tabel 4.4 Kadar Timbal dalam Darah pada pekerja di PT. Nipress Energi Otomotif

Kadar timbal dalam darah	Frekuensi	Persentase
>10 µg/dL	482	87,7%
≤ 10 µg/dL	68	12,3%
Total	550	100%

Distribusi frekuensi responden dengan kadar timbal dalam darah >10 µg/dL berdasarkan bagian divisi paling banyak terdapat dibagian 2W dengan jumlah 113 orang, kemudian bagian Produksi dengan jumlah 62 orang, bagian *Plate Making* sebanyak 50 orang dan bagian 4W sebanyak 49 orang.



Gambar 4.3 Distribusi Frekuensi Responden dengan Kadar Timbal dalam Darah >10 µg/dL Berdasarkan Divisi di PT. Nipress Energi Otomotif

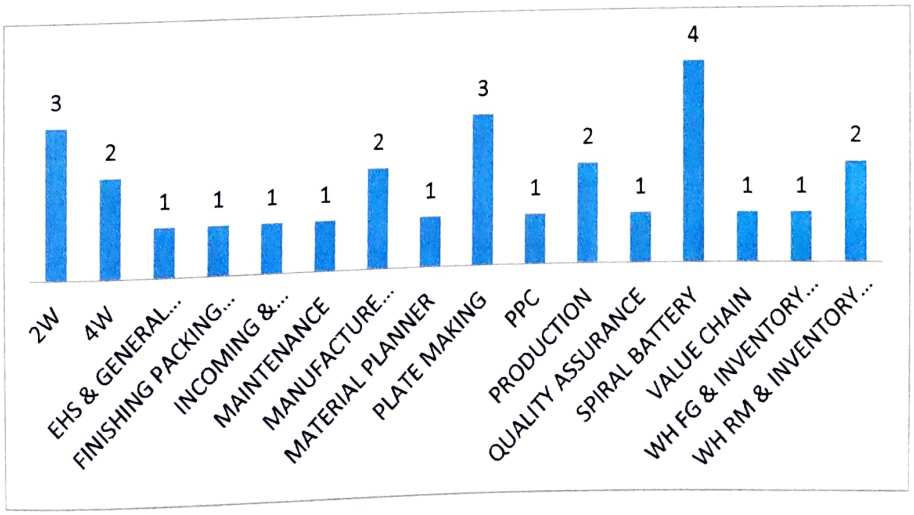
3. Kejadian Penyakit ISPA di PT. Nipress Energi Otomotif

Diketahui bahwa pekerja yang mengalami ISPA sebanyak 27 (4,9%) sedangkan pekerja yang tidak mengalami ISPA yaitu sebanyak 523 (95,1%).

Tabel 4.5 Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Kejadian Penyakit ISPA di PT. Nipress Energi Otomotif

Kejadian ISPA	Frekuensi	Persentase
Ya	27	4,9%
Tidak	523	95,1%
Total	550	100%

Responden yang positif ISPA berdasarkan divisi di PT. Nipress Energi Otomotif paling banyak ada pada bagian *Spiral Battery* dengan jumlah 4 orang, *2W* dan *Plate Making* sebanyak 3 orang, kemudian 4W, *Manufacture Spiral, Production* dan *WH RM & Inventory Managemen sebanyak 2 orang dan EHS General, Finishing Packing, Incoming* & Outgoing Qc, *mantenance, material Planner, PPC, Quality Assurance, Value Chain* dan *WH FG & Inventory Managemen* masing-masing sebanyak 1 orang.



Gambar 4.4 Distribusi Frekuensi Kejadian ISPA Berdasarkan Divisi di PT. Nipress Energi Otomotif

Tabel 4.6 Proposi Distribusi ISPA dan Kadar Timbal Dalam Darah > 10 µg/dL Berdasarkan Departemen di PT. Nipress Energi Otomotif

Departemen	Jumlah Pekerja	Pekerja dengan ISPA		Pekerja dengan Kadar Timbal dalam Darah >10 µg/dL	
		n	%	n	%
2W	119	3	2,5	113	94,9
4W	50	2	4	49	98
Ehs & General Service	9	1	11,1	5	55,5
Finishing Packing Battery MF	5	1	20	5	100
Incoming & Outgoing QC	3	1	33,3	3	100
Maintenance	25	1	4	25	100
Manufacture Spiral Battery	8	2	25	8	25
Material Planner	1	1	100	1	100
Plate Making	50	3	6	50	100
PPC	6	1	16,6	6	100
Production	62	2	3,2	62	100
Quality Assurance	8	1	12,5	6	75
Spiral Battery	16	4	25	16	100
Value Chain	21	1	4,7	15	71,4
WH FG & Inventory Management	6	1	16,6	6	100
WH RM & Inventory Management	10	2	20	10	100

4.2.2 Hasil Analisis Bivariat

Analisis bivariat dilakukan untuk mengetahui hubungan antara kadar timbal dalam darah (variabel independen) dengan penyakit ISPA (variabel dependen) dengan menggunakan uji *Chi-Square*. Dari hasil uji statistik menggunakan *Chi-Square*, menunjukkan bahwa ada hubungan yang signifikan antara kadar timbal (Pb) dalam darah dengan kejadian penyakit ISPA dengan nilai p = 0,022 (<0,05).

Dari total 27 responden yang status kesehatan sakit. Pekerja yang mempunyai kadar Pb dalam darah >10 µg/dL

sebesar 4,9% sebanyak 27 pekerja, pekerja dengan kadar timbal (Pb) dalam darah ≤10 µg/dL mengalami ISPA sebesar 0%.

Nilai p sebesar 0,022 CI tidak melebihi 1 maka terdapat Hubungan Kadar Timbal dalam darah dengan Kejadian Penyakit ISPA.

Tabel 4.7 Hubungan Kadar Timbal dalam Darah dengan Kejadian Penyakit ISPA di PT. Nipress Energi Otomotif Berdasarkan Data MCU Tahun 2019

Kadar Timbal Darah	ISPA		Total	Nilai p	PR	95% CI
	Ya	Tidak				
>10 µg/dL	27	445	472	0,022	4,519	4,486 - 4,551
≤ 10 µg/dL	0	78	78			

4.3 Pembahasan

Dari hasil analisis menggunakan uji *chi-square* , diperoleh nilai p sebesar 0,022 (α<0,05), yang berarti terdapat hubungan yang bermakna antara kadar timbal darah dengan kejadian penyakit ISPA pada pekerja di PT Nipress Energi Otomotif.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Mohammad Reza Khazdair dkk Tahun 2012, yang menyatakan bahwa terdapat hubungan yang bermakna antara gejala pernafasan dan tes fungsi paru pada pekerja yang terkena timbal. Sebagian besar pekerja yang terpajana timah hitam (63%) melaporkan gejala pernapasan terkait pekerjaan. Gejala berupa sesak dada (26%), batuk (17%) dan dahak (16%) adalah gejala yang paling umum dan hanya 6% pekerja paparan timbal melaporkan mengi (p <0,001 untuk semua kasus kecuali mengi).[16]

Keracunan timbal pada orang dewasa kebanyakan terjadi di tempat mereka bekerja. Timbal yang masuk dalam tubuh dapat melalui beberapa cara yaitu penyerapan melalui kulit, melalui saluran pencernaan dan melalui saluran pernafasan. Pada umumnya, zat toksik yang masuk ke dalam tubuh melalui saluran pernafasan. Jaringan paru yang sangat tipis memungkinkan aliran langsung bukan saja oksigen tetapi berbagai jenis zat kimia lain ke dalam darah. Selain kerusakan sistematik, zat kimia yang berhasil melewati permukaan paru juga dapat mencederai jaringan paru dan mengganggu fungsi vitalnya sebagai pemasok oksigen. Zat kimia dapat menjadi bawaan udara melalui dua cara yaitu sebagai partikel yang sangat halus dan sebagai uap gas.[15]

Temuan lain di PT.Nipress Energi Otomotif adalah masih terdapat pekerja yang masih kurang patuh untuk menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) berupa (masker, *safety shoes, ear plug* atau *ear muff, face shield, wea*rpack, dan sarung tangan), pekerja tidak menggunakan *wearpack* tangan panjang, tidak mengganti pakaian pada saat pulang dari tempat kerja. Pada saat dilakukan observasi di tempat produksi pembuatan *pallet,* kondisi di area produksi panas yang diakibatkan oleh proses pembakaran dari mesin-mesin, hal ini dapat menyebabkan pekerja mengalami kesulitan bernafas. Upaya khusus sangat diperlukan untuk mengurangi paparan polusi Pb yang terhirup ke saluran pernafasan seperti penggunaan alat pelindung diri berupa (masker, *safety shoes, ear plug* atau *ear muff, face shield, wea*rpack, dan sarung tangan).

PT. Nipress Energi Otomotif rutin melakukan MCU setiap tiga bulan sekali pada setiap pekerja dan jika didapat hasil MCU >10 µg/dL, maka pekerja tersebut akan di rujuk ke rumah sakit yang telah bekerja sama dengan PT. Nipress Energi Otomotif.

4.4 Keterbatasan Penelitian

Keterbatasan dalam penelitian ini adalah kejadian ISPA ini mungkin saja disebabkan oleh faktor lain diluar topik yang diteliti. Oleh karena itu, bagi peneliti selanjutnya, perlu dilakukan analisis lebih lanjut untuk menunjukkan bahwa ISPA yang terjadi merupakan penyakit akibat kerja.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan terhadap 550 responden tentang hubungan kadar timbal dalam darah dengan kejadian penyakit Ispa pada pekerja di PT. Nipress Energi Etomotif Cileungsi, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Sebanyak 482 responden memiliki kadar timbal dalam darah >10 µg/dL dimana jumlah responden dengan kadar timbal >10 µg/dL terbanyak terdapat dibagian 2W.
2. Sebanyak 27 responden menderita penyakit ISPA, dimana departemen dengan ISPA tertinggi adalah di bagian spiral battery.
3. Terdapat hubungan yang bermakna antara kadar timbal dalam darah dengan kejadian penyakit ISPA pada pekerja di PT. Nipress Energi Otomotif Cileungsi (p=0,022). Namun, hasil penelitian ini belum termasuk kedalam PAK di karenakan tidak adanya pengukuran lingkungan timbal.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian tentang hubungan kadar timbal dalam darah dengan kejadian penyakit ISPA pada pekerja di PT.Nipress Energi Otomotif Cileungsi, saran yang diajukan adalah sebagai berikut :

5.2.1 Bagi PT. Nipress Eneri Otomotif

a. Pengawasan dan evaluasi berkala secara kontinyu terhadap modifikasi lingkungan kerja yang telah dilakukan. Dengan teknis perawatan exhaust atau ventilasi dan swap pantau limbah.

b. Mendisiplinkan pekerja yang bekerja tidak memenuhi syarat keselamatan yang ditetapkan oleh P2K3 perusahaan seperti tidak menggunakan alat pelindung diri di lingkungan kerja.
c. Melakukan monitoring khusus terhadap kesehatan pekerja dengan paparan kadar timbal Pb dalam darah >10 µg/dL.
d. Memberikan penyuluhan tentang pengaruh timbal terhadap kesehatan.
e. Melakukan pengukuran debu timbal dengan menggunakan alat *Atomic Absorbtion Spectrophotometer* (AAS) secara rutin.
f. Melakukan pelaporan PAK (Penyakit Akibat Kerja) secara rutin

5.2.2 Bagi Pekerja

a. Bekerja sesuai dengan SOP yang ada dan disiplin menggunakan Alat Pelindung Diri (masker, *safety shoes, ear plug* atau *ear muff, face shield, wear*pack, dan sarung tangan) sesuai dengan standar untuk mengurangi resiko terpapar oleh pajanan berbahaya bagi kesehatan seperti misalnya debu timbal
b. Jika ada keluhan sakit dan mulai timbulnya gejala sebaiknya tidak menunda untuk memeriksakan diri ke pelayanan kesehatan terdekat seperti klinik perusahaan.

5.2.3 Bagi Peneliti Selanjutnya

a. Mengganti desain menjadi desain *case control* atau *cohort.*
b. Dalam memeriksa status penyakit ISPA dengan melakukan pemeriksaan radiologi, rontgen atau pemeriksaan spriometri.

DAFTAR PUSAKA

1. Thaha Al. Gambaran kecelakaan kerja, penyakit akibat kerja dan postur janggal pada pekerja armada mobil sampah tangkasaki' (truk angkutan sampah kita) di kota makassar tahun 2016 skripsi. Jurnal Kesehatan Masyarakat [Internet]. 2017;144. Available from: http://repositori.uin-alauddin.ac.id/3888/1/annisa ilahi_opt.pdf
2. International Labor Organization. Meningkatkan Keselamatan dan Kesehatan Pekerja Muda. Kantor Perburuhan Internasional , CH-1211 Geneva 22, Switzerland. 2018. 50 p.
3. Wijaya Tria IS. Gambaran Karakteristik Dan Pengetahuan Penderita Ispa Pada Pekerja Pabrik di PT Perkebunan Nusantara Ix (Persero) Kebun Batujamus/ Kerjoarum Karanganyar. Journal Health Eduction. 1994;25(1):57–60.
4. Basti AM. Kadar Debu Total dan Gejala ISPA Ringan Pada Pekerja Departemen Pemintalan di Industri Tekstil PT. Unitex, Tbk. Bogor. Jurnal Kesehatan Masyarakat. 2014;(2014):135.
5. Cahyani C, Setiani O, Darundiati Y. Perbedaan Kadar Timbal (Pb) Dalam Darah Sebelum Dan Sesudah Pemberian Air Kelapa Hijau (Cocos Nucifera L) Pada Pekerja Pengecatan Di Industri Karoseri Semarang. Jurnal Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro. 2016;4(3):732–9.
6. Fibrianti LD, Azizah R. Karakteristik, Kadar Timbal (Pb) Dalam Darah, Dan Hipertensi Pekerja Home Industry Aki Bekas Di Desa Talun Kecamatan Sukodadi Kabupaten Lamongan. Jurnal Kesehatan Lingkungan. 2016;8(1):92.
7. Rohmah Shilfiani Nita. Isolasi dan identifikasi bakteri yang berpotensi sebagai agen bioremediasi timbal (pb) dari lumpur lapindo. Jurnal Kesehatan Lingkungan. 2017;(2017):146.
8. Gusnita D. Pencemaran logam berat timbal (pb) di udara dan upaya penghapusan bensin bertimbal. Jurnal Kesehatan. 2012;13(3):95–101.

9. Layuk RR, Noer NN. Faktor Yang Berhubungan Dengan Kejadian Ispa Pada Balita Di Lembang Batu Sura ' Factors Related With Incidence Of Ari To The Under Five Children In Lembang Of Batu Sura ' Alumni Epidemiologi Fkm Universitas Hasanuddin , Makassar Bagian Epidemiologi FKM Unversitas. 2012;1–12.
10. Depkes R. Pedoman Program Pemberantasan Penyakit Infeksi Saluran Pernafasan Akut untuk Penanggulangan Pneumonia Pada Balita dalam Pelita VI. Departemen Kesehatan RI. 1996;15–41.
11. Halim F, Masyarakat FK, Sarjana P, Masyarakat K, Lingkungan PK. Hubungan faktor lingkungan fisik dengan kejadian infeksi saluran pernapasan akut (ISPA) pada pekerja di industri mebel dukuh tukrejo, desa bondo, kecamatan bangsri, kabupaten jepara, propinsi jawa tengah 2012. Jurnal Kesehatan Masyarakat. 2012;206.
12. Indonesia Universitas. Pelitian Cross Sectiional Program Doktor. Penelitan. 2015;42.
13. Riza Berdian Tamza, Dr. dr. Suhartono, M.Kes, dr. Dharminto MK. Hubungan Faktor Lingkungan Dan Perilaku Dengan Kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD) Di Wilayah Kelurahan Perumnas Way Halim Kota Bandar lampung. Jurnal Kesehatan. 2013;10(April):1727.
14. Mustofa. Metode Penelitian dengan NPF dan Roa. Jurnal. 2015;1–9.
15. Bada SSE, Rahim MR, Wahyuni A. Faktor Yang Berhubungan Dengan Kadar Timbal (Pb) Dalam Darah Sopir Koperasi Angkutan Kota Mahasiswa Dan Umum (Kakmu) Trayek 05 Kota Makassar. Jurnal Kesehatan dan Keselamatan Kerja, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Hasanuddin. 2013;1–11.
16. Khazdair, Mohammad Reza. Boskabady, Mohammad Hossein. Afshari, Reza. Dadpour, Bita. Behforouz, Amir. Javidi, Mohammad. Abbasnezhad, Abbasali. Moradi, Valiaallah. Tabatabaie SS. Gejala Pernafasan dan Tes Fungsi Paru pada Pekerja yang Terkena Timbal. Journal Iran Red Crescent Med [Internet]. 2012;737–42. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3560546/

LAMPIRAN

Lampiran 1

Surat Permohonan Maggang dan Penelitian

UNIVERSITAS BINAWAN

Jakarta, 13 Februari 2020

No. : 048/KM/UBINAWAN/FKM/II/2020
Lampiran : -
Perihal : Permohonan Magang dan Penelitian

Kepada Yth
HRD PT. Nipress Energi Otomotif
Jl. Raya Narogong km 26, Kapanungga - Bogor 16710 Indonesia

Di
Tempat

Dengan Hormat,
Bersama ini kami beritahukan bahwa Universitas Binawan Program Studi Kesehatan dan Keselatan Kerja (K3) memberikan izin kepada mahasiswanya untuk magang di perusahaan/industri dalam aspek K3 sebagai bahan "**mencari pengalaman dan menimba ilmu di dunia kerja**". Dan kami ingin memberitahukan bahwa pada semester 8 ini masih ada beberapa mata ajar yang harus dilaksanakan di dalam kampus, untuk itu kami ingin memberitahukan setiap hari Jumat untuk Mahasiswa kami yang magang di tempat bapak/ibu perginan agar bisa memberikan izin untuk masuk kuliah pada hari tersebut.

Sehubungan dengan itu mohon bantuan bapak/ibu untuk dapat memberikan kesempatan pada mahasiswa kami :

Nama	NIM	No Telp	Program Studi
Aulia Ambarwati	031611018	089685402426	Kesehatan dan Keselatan Kerja
Elwa aprilian	031611033	0896 3447 7727	Kesehatan dan Keselatan Kerja
Dian Maharani	031611027	0813 8878 3196	Kesehatan dan Keselatan Kerja

Untuk dapat melaksanakan magang di perusahaan/industri yang bapak/ibu pimpin selama 2 bulan (Terhitung mulai dari) 17 Februari s/d 17 April 2020.

Demikianlah surat permohonan ini kami sampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

Hormat kami,
PSK3 Universitas Binawan

Husen, SST, K3, MKes
Ka. Prodi K3

KAMPUS BINAWAN
Jl. Dewi Sartika - Jl. Kalibata Raya Jakarta Timur 13630 INDONESIA
Telp. (62-21) 80880882, Fax (62-21) 80880883
Website : www.binawan.ac.id

Hasil Pengolahan Data (Output SPSS)

Kadar.Timbal * Kejadian.Gangguan.Pernafasan Crosstabulation

			Kejadian.Gangguan.Pernafasan		
			Sakit	Sehat	Total
Kadar.Timbal	>=10	Count	27	445	472
		Expected Count	23.2	448.8	472.0
	<=10	Count	0	78	78
		Expected Count	3.8	74.2	78.0
Total		Count	27	523	550
		Expected Count	27.0	523.0	550.0

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	4.692[a]	1	.030		
Continuity Correction[b]	3.547	1	.060		
Likelihood Ratio	8.486	1	.004		
Fisher's Exact Test				.022	.014
Linear-by-Linear Association	4.684	1	.030		
N of Valid Cases	550				

a. 1 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 3,83.

b. Computed only for a 2x2 table

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
For cohort Kejadian.Gangguan.Pernafasan = Sehat	.943	.922	.964
N of Valid Cases	550		

Lampiran Kadar timbal dalam darah berdasarkan divisi dari Data MCU tahun 2019

2W	113
2W VRLA	2
4W	49
4W OEM	1
AMB 4W	1
AMB 4W QC	1
ASSEMBLY & SWB QC	4
CARE EXCELLENCE	3
CHARGING	23
EHS & GENERAL SERVICE	5
ENGENENRING	1
FINISHING PACKING BATTERY MF	5
HR	1
INCOMING & OUTGOING QC	3
INTERNATIONAL SALES	1
LABORATORIUM	5
LABORATORY	3
LOGISTIC & DELIVERY	7
MAINTENANCE	25
MAINTENANCE FORMASI,CHARGING & VRLA	2
MAINTENANCE PLATE MAKING & ASSY	1
MANAGEMENT SYSTEM	1
MANUFACTURE SPIRAL BATTERY	8
MARKETING	1
MARKETING COMMUNICATION	1
MATERIAL PLANNER	1
OEM SALES	1
PDCA	1
PLATE MAKING	50
PLATE MAKING(FORMASI)	1
PLATE-SPC-CHARGING	1
PPC	6
PROCESS & EQUIPMENT DEVELOPMENT	4
PROCUREMENT	3
PRODUCT DEVELOPMENT 2W & 4W	4

PRODUCT DEVELOPMENT SPIRAL BATTERY	1
PRODUCTION	62
PRODUCTION PLANNER I	1
QUALITY ASSURANCE	6
QUALITY CONTROL	13
SPIRAL BATTERY	16
SYSTEM ISO & AUDIT	2
TOOLING & EQUIPMENT DEVELOPMENT	1
TOOLING MGT & WORKSHOP	1
UTILITY & WWTP SECTION HEAD	1
VALUE CHAIN	13
WH FG & INVENTORY MANAGEMENT	6
WH RM & INVENTORY MANAGEMENT	10