

**HUBUNGAN KADAR TIMBAL DALAM DARAH  
DENGAN KEJADIAN HIPERTENSI  
PADA POLISI YANG BERTUGAS DI JALAN**

**TESIS MAGISTER KEDOKTERAN KERJA**

**Mirza Fajar Wicaksono**

**0606000642**



**UNIVERSITAS INDONESIA  
FAKULTAS KEDOKTERAN  
PROGRAM STUDI KEDOKTERAN KERJA  
JAKARTA  
JULI, 2009**

**Universitas Indonesia**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Mirza Fajar Wicaksono

NPM : 0606000642

Tanda Tangan :

Tanggal :

## HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Mirza Fajar Wicaksono

NPM : 060609642

Program Studi : Kedokteran Kerja

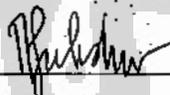
Judul Tesis :

**PENGARUH KADAR TIMBAL DALAM DARAH TERHADAP KEJADIAN HIPERTENSI PADA POLISI YANG BERTUGAS DI JALAN, STUDI KASUS KONTROL DI WILAYAH KERJA POLRES JAKARTA BARAT, TAHUN 2008**

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Okupasi pada Program Studi Kedokteran Kerja Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.

### DEWAN PENGUJI

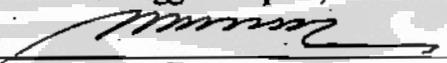
Pembimbing I :

  
DR.Dr.Astrid B. Sulistomo, MPH, SpOk

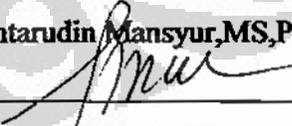
Pembimbing II :

  
Dr. Ginova Nainggolan SpPD, KGH

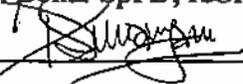
Penguji I :

  
Dr.Muchtarudin Mansyur,MS,PhD SpOk

Penguji II :

  
Dr. Maruhun Bonar SpPD, KGH

Ketua Program Studi :

  
Dr.Dewi S. Soemarmo,MS,SpOk

Ditetapkan di :

Tanggal :

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Mirza Fajar Wicaksono  
NPM : 060600642  
Program Studi : Kedokteran Kerja  
Departemen : Ilmu Kedokteran Komunitas  
Fakultas : Kedokteran  
Jenis Karya : Tesis

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

**PENGARUH KADAR TIMBAL DALAM DARAH TERHADAP KEJADIAN HIPERTENSI PADA POLISI YANG BERTUGAS DI JALAN, STUDI KASUS KONTROL DI WILAYAH KERJA POLRES JAKARTA BARAT, TAHUN 2008**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta  
Pada tanggal : 15 Juni 2009  
Yang menyatakan

( Mirza Fajar Wicaksono )

## ABSTRAK

Nama : Mirza Fajar Wicaksono  
Perguruan Tinggi : Universitas Indonesia  
Program Studi : Kedokteran Kerja  
Judul : Hubungan kadar timbal dalam darah terhadap kejadian hipertensi pada polisi yang bertugas di jalan

### **Latar belakang dan Tujuan**

Indonesia saat ini masih menggunakan bensin bertimbal dengan tingkat pencemaran timbal di udara tinggi. Jakarta Barat merupakan wilayah di DKI Jakarta yang paling padat dilalui kendaraan bermotor. Tujuan penelitian ini adalah diketahuinya hubungan kadar timbal di dalam darah terhadap terjadinya hipertensi pada polisi yang bekerja di jalan dan faktor-faktor lain, seperti obesitas, riwayat keluarga hipertensi, kebiasaan merokok, konsumsi kopi, perilaku memakai masker dan olahraga dengan terjadinya hipertensi.

### **Metode penelitian**

Penelitian ini dilakukan di wilayah kerja polsek Jakarta Barat. Populasi penelitian adalah polisi yang bekerja di jalan. Disain penelitian adalah studi *Cross Sectional*, dengan analisis kasus kontrol, 30 kasus dan 60 kontrol diikutsertakan dalam penelitian ini. Kasus diperoleh dengan cara *consecutive sampling*. Pengumpulan data dilakukan dengan cara wawancara, pengukuran berat badan, pengukuran tinggi badan, pengukuran tekanan darah dan analisis kadar timbal dalam darah.

### **Hasil penelitian**

Rerata kadar timbal di dalam darah adalah 19.83  $\mu\text{g}/\text{dl}$ , dengan nilai median 18.80  $\mu\text{g}/\text{dl}$ . Terdapat hubungan yang signifikan antara faktor obesitas (OR = 5,1) riwayat keluarga hipertensi (OR=17,68) dan kadar Pb dalam darah (OR=4,5) dengan kejadian hipertensi

### **Kesimpulan dan Saran**

Ada pengaruh kadar timbal di dalam darah, dengan kejadian hipertensi. Saran yang diajukan adalah melakukan pemeriksaan kadar timbal dalam darah minimal sekali setahun, termasuk melakukan upaya penurunan pajanan timbal, dan menurunkan berat badan polisi yang bekerja di jalan.

**Kata kunci** : Timbal, hipertensi, polisi bekerja di jalan

## ABSTRACT

Name : Mirza Fajar Wicaksono  
Intitution : Universitas Indonesia  
Study Program : Occupational Medicine  
Title :Relation of Blood Lead levels with hypertension among traffic police assigned on the road

### **The Background and The Objectives**

Most of the cities in Indonesia are still using lead gases, which causes high lead level pollution. West Jakarta is one of the areas that high burden of motor vehicles and is among the worst polluted area in Jakarta city. The aim of this study is to identify the relation of blood lead levels and hypertension among traffic police and other related factors such as obesity, family history of hypertension, smoking, consumption of coffee, use of mask as protection and physical exercise.

### **The Research Method**

This research was carried out in the work territory Sector Police West Jakarta. The research population was traffic police assigned on the road. A cross sectional study design was used with case control analysis. Sixty cases and 30 controls were recruited for this study. Cases were recruited consecutively. Data was collected by interviews, physical examination and measuring blood lead level.

### **Results of the Research**

The average the blood lead level was 19,83  $\mu\text{g/dl}$ , with a median of 18,80  $\mu\text{g/dl}$ . Statistical analysis showed significant relation between hypertension and obesity (OR=5,1), family of hypertension (OR=17,68) and blood lead level (OR=6,5)

### **The Conclusion and the Recommendation**

A significant relationship was found between blood lead level and hypertension incident. Police with the blood lead level  $\geq 18,80 \mu\text{g/dL}$  had a risk almost of 6,5 times higher to get hypertension. It is recommended that blood lead level should be measured at least once a year and reduce police weight that worked in the road.

### **Key Words**

Lead, hypertension, police whom worked in the road.

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Bismillahirrahmanirrahim. Dengan menundukkan kepala serta memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT, yang atas segala rahmat dan karuniaNya, memungkinkan saya menyelesaikan penelitian serta penulisan tesis ini. Pertama kali, perkenankanlah saya menyampaikan rasa terima kasih saya kepada DR.Dr.Astrid B. Sulistomo, MPH, SpOk dan Dr. Ginova Nainggolan, SpPD, KGH yang telah bersedia menjadi pembimbing saya, yang setiap saat dengan tulus serta kesabaran tinggi senantiasa menyediakan waktu dan perhatiannya untuk berdiskusi dengan saya. Untuk itu semua, dengan kerendahan hati saya mengucapkan terima kasih. Semoga Allah SWT memberikan ridho dan rahmatNya kepada Ibu/Bapak. Amin.

Demikian pula ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Dr. Dewi S. Soemarmo, MS, SpOk, selaku Ketua Program Studi Kedokteran Kerja Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia sekaligus penguji saya. Juga kepada Dr. Fikri Effendi, MOH, SpOk selaku Sekertaris Program Studi Kedokteran Kerja Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, Dr. Muchtarudin Mansyur, MS, PhD, SpOk dan Dr. Maruhum Bonar, SpPD, KGH selaku penguji, beserta seluruh dosen dan staf IKK yang telah membantu saya selama ini, saya ucapkan terima kasih.

Kepada Bapak Kapolres Jakarta Barat yang telah memberikan izin dan membantu hingga terlaksananya penelitian ini, saya juga mengucapkan terima kasih banyak.

Penghargaan saya sampaikan kepada Dr. Arya Kekalih, MTi, yang telah membantu saya dalam pengolahan dan analisis data.

Sebetulnya masih sangat banyak rekan-rekan yang telah membantu saya menyelesaikan proses penelitian dan penulisan tesis ini. Namun keterbatasan menyebabkan saya tidak dapat menyebutkan nama satu persatu. Untuk itu, dari lubuk hati yang paling dalam, saya menyampaikan ucapan maaf, teriring doa

semoga Allah yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang senantiasa melimpahkan rahmat dan karuniaNya kepada saudara-saudara yang telah membantu saya selama ini.

Akhirulkalam, dengan menundukkan kepala dan penuh rasa hormat, izinkanlah saya menyampaikan rasa cinta yang sangat dalam, serta terimakasih yang setulus-tulusnya kepada almarhumah nenekku tersayang Soepardjiah Sachlan Adysapoetro, yang beberapa bulan lalu telah berpulang ke rahmatullah, selalu memberikan nasehat, perhatian, kasih sayang serta untaian doa-doa yang selalu beliau lafadzkan, kepada ibunda, Prof.DR.Dr.Mymawati,MS,PKK dan ayahanda, Djokopitojo,SH, yang telah membesarkan, mengasuh serta mendidik saya dengan penuh cinta, pengertian dan kasih sayang, serta senantiasa membangkitkan semangat untuk terus bangkit menjalani hidup ini. Pengorbananmu adalah surga untukmu, kehangatan serta ketulusanmu adalah cahaya surga untukku. Terima kasih dan rasa cinta juga saya sampaikan kepada adik-adikku tercinta, Dr. Mitha Dini Widorini dan Dr. Mirsyam Ratri Wiratmoko yang senantiasa berkorban, memberikan dorongan dan bantuan tanpa mengenal waktu. Terimakasih atas kebersamaan indah yang tak pernah bisa tergantikan oleh apapun. Tanpa pengorbanan, dorongan dan semangat dari orang-orang yang sangat menyayangi dan mencintaiku, rasanya mustahil tugas yang sangat berat ini dapat terselesaikan. Seperti ungkapan pepatah, tak ada gading yang tak retak, di dalam ketidaksempurnaannya, semoga karya ini masih ada manfaatnya.

Amin 3x, Ya Robbal Alamin,

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Jakarta, Juli 2009

Miza Fajar Wicaksono

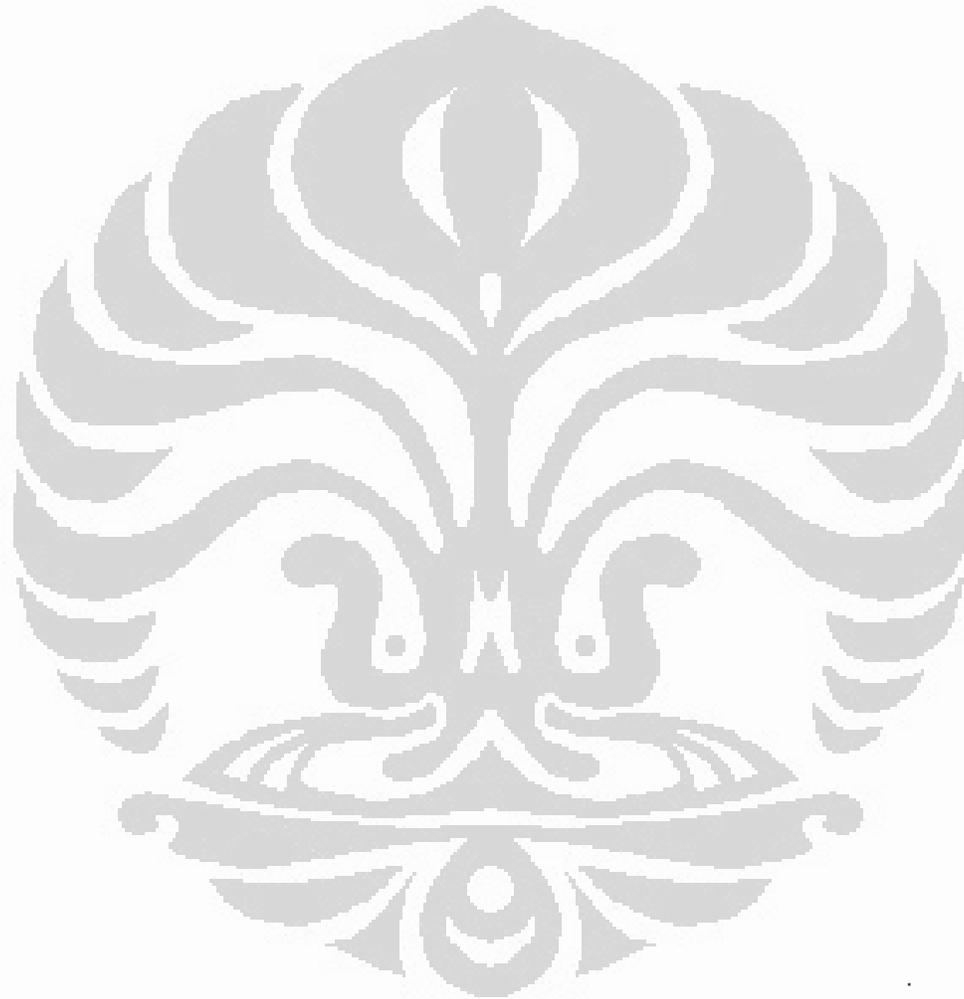
## DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
<b>BAB 1      PENDAHULUAN</b>	
I.1. Latar Belakang Masalah Penelitian	1
I.2. Permasalahan	3
I.3. Hipotesis Penelitian	4
I.4. Tujuan Penelitian	4
I.5. Manfaat Penelitian	4
<b>BAB 2      TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Hipertensi	
2.1.1. Epidemiologi Hipertensi	6
2.1.2. Definisi, Klasifikasi dan Penyebab Hipertensi	7

2.1.3. Patogenesis Hipertensi	8
2.1.4. Manifestasi Klinis Hipertensi	10
2.1.5. Diagnosis Hipertensi	10
2.1.6. Pengukuran Tekanan Darah	10
2.1.7 Faktor Risiko Hipertensi	12
2.2. Timbal	
2.2.1. Karakteristik Timbal	15
2.2.2. Sumber Timbal	16
2.2.3. Manfaat dan Kegunaan Timbal	18
2.2.4. Pajanan Timbal	18
2.2.5. Metabolisme Timbal	20
2.2.6. Pengukuran Pajanan Timbal	25
2.2.7. Dampak Timbal pada Kesehatan	27
2.2.8. Tindakan Pencegahan terhadap Pajanan Timbal	29
2.2.9. Standar Kadar Timbal	30
2.2.10 Kebijakan Penghapusan Bensin Tanpa Timbal	30
2.3. Penelitian Sejenis	32
2.4. Hubungan Timbal Dan Hipertensi	34
2.5. Kerangka Teori	35
2.6. Kerangka Konsep	36
2.7. Profil Polres Jakarta Barat	37
<b>BAB 3</b>	
<b>METODE PENELITIAN</b>	
3.1. Disain Penelitian	39
3.2. Tempat dan waktu Penelitian	39
3.3. Populasi Penelitian	39
3.4. Sampel Penelitian	
3.4.1. Perhitungan Besar Sampel Minimal	40
3.4.2. Cara Pengambilan Sampel	41
3.5. Kasus dan Kontrol	42

3.6. Cara Pengumpulan Data	42
3.7. Cara Pengolahan Data	42
3.8. Cara Analisis Data	42
3.9. Identifikasi Variabel dan Definisi Operasional	43
3.10. Alur Penelitian	45
3.11. Etika Penelitian	46
<b>BAB 4</b>	<b>HASIL PENELITIAN</b>
4.1. Karakteristik Responden	47
4.2. Kadar Timbal Dalam Darah	49
4.3. Hubungan antara Kadar Timbal Dalam Darah dan Faktor-faktor yang Berhubungan Lainnya dengan Kejadian Hipertensi	50
4.4. Analisis Multivariat Hubungan Kadar Timbal Dalam Darah, Obesitas dan Riwayat Hipertensi Dalam Keluarga dengan Hipertensi	52
<b>BAB 5</b>	<b>PEMBAHASAN</b>
5.1. Keterbatasan Penelitian	54
5.2. Prevalensi Hipertensi Pada Polisi Yang Bekerja Di Jalan	55
5.3. Kadar Timbal Di Dalam Darah	55
5.4. Pengaruh Kadar Timbal dalam Darah Terhadap Kejadian Hipertensi	57
5.5. Pengaruh Faktor-Faktor Lain Terhadap Terjadinya Hipertensi	58
5.5.1. Obesitas	58
5.5.2. Riwayat Hipertensi Dalam Keluarga	58
5.5.3. Kebiasaan Merokok	59
5.5.4. Konsumsi Kopi	60
5.5.5. Perilaku Memakai Masker	60
5.5.6. Olahraga	61

<b>BAB 6</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
	6.1. Kesimpulan	62
	6.2. Saran	62
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		64
<b>LAMPIRAN</b>		68



## DAFTAR TABEL

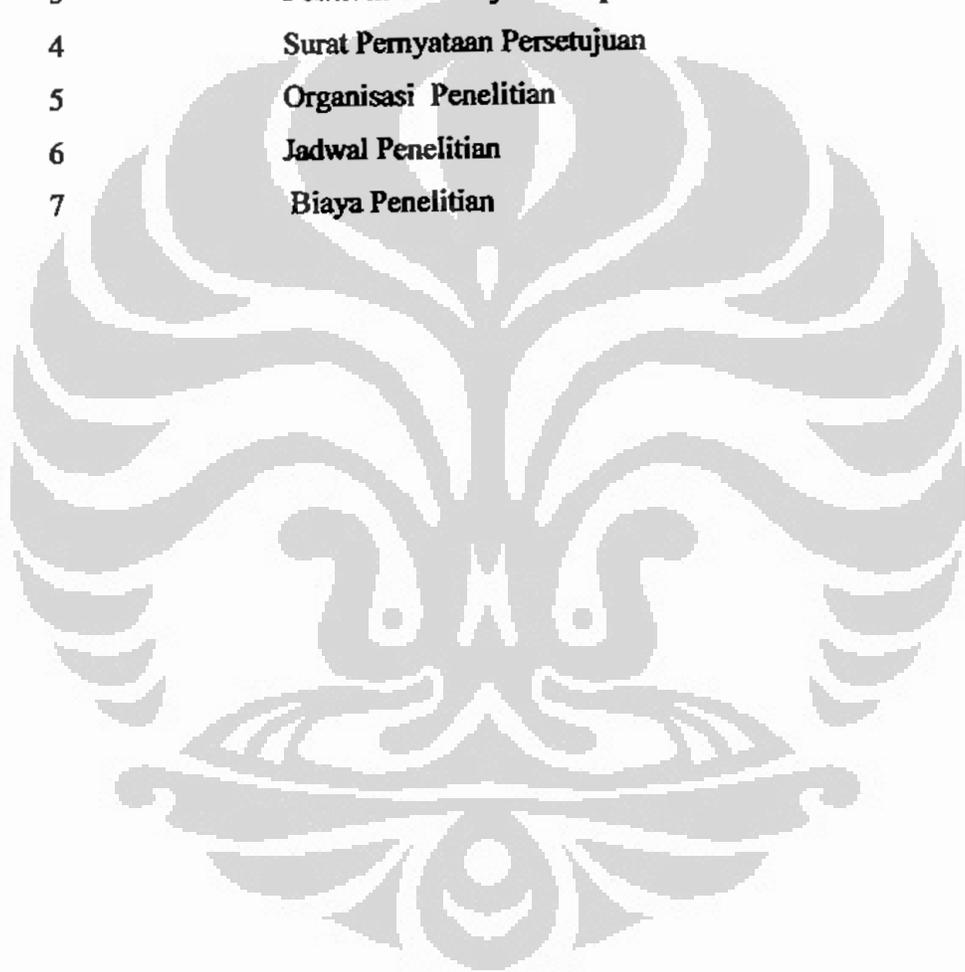
No	Judul Tabel	Halaman
Tabel 2.1.	Klasifikasi Tekanan Darah menurut JNC VII	8
Tabel 2.2.	Tindak Lanjut Pemeriksaan Hipertensi setelah Pengukuran Pertama	12
Tabel 2.3.	Bentuk Persenyawaan Pb dan Kegunaannya	18
Tabel 2.4.	Komponen Pb di Dalam Asap Mobil	20
Tabel 2.5.	Penelitian Sejenis Mengenai Paparan Timbal dan Hipertensi (Tahun 2002 – 2007)	32
Tabel 3.1.	Jumlah Personil POLRI Yang Bekerja di Jalan di Lingkungan Polres METRO JAKBAR Mei 2008	39
Tabel 3.2.	Definisi Operasional Variabel Penelitian dan Kodifikasi	43
Tabel 4.1.	Tabel Frekuensi Karakteristik Responden di Wilayah Kerja Polres Metro Jakarta Barat Menurut Kasus dan Kontrol	48
Tabel 4.2.	Distribusi Kadar Timbal dengan batas 15 µg/dl Dalam Darah Kasus dan Kontrol	49
Tabel 4.3.	Distribusi Kadar Timbal Dalam Darah Polisi yang Bekerja di Jalan Wilayah Polres Jakarta Barat	50
Tabel 4.4.	Distribusi Kadar Timbal dengan batas 18.8 µg/dl Dalam Darah Kasus dan Kontrol	50
Tabel 4.5.	Hubungan antara Kadar Timbal Dalam Darah dan Faktor-faktor yang Berhubungan Lainnya dengan Kejadian Hipertensi pada Polisi yang Bekerja di Jalan Wilayah Polres Jakarta Barat	51
Tabel 4.6.	Analisis Multivariat Hubungan Kadar Timbal Dalam Darah, Obesitas dan Riwayat Hipertensi Dalam Keluarga dengan Hipertensi	52

## DAFTAR GAMBAR

No	Judul Gambar	Halaman
Gambar 1	Jalur Masuknya Timbal ke Dalam Tubuh Manusia	21
Gambar 2	Akumulasi Timbal Dalam Tubuh Manusia	22
Gambar 3	Kerangka Teori	35
Gambar 4	Kerangka Konsep	36
Gambar 5	Alur Penelitian	45

## DAFTAR LAMPIRAN

No	Jndul Lampiran	Halaman
1	Instrumen Skrining	68
2	Kuesioner Penelitian	69
3	Formulir Persetujuan Responden	73
4	Surat Pernyataan Persetujuan	74
5	Organisasi Penelitian	75
6	Jadwal Penelitian	76
7	Biaya Penelitian	77



## DAFTAR SINGKATAN

AAS	<i>Atomic Absorption Spectrophotometer</i>
ALA	<i>Aminolaevulinic Acid</i>
ALAD	Asam $\delta$ -amino-Levulinat Dehidratase
ALAS	Asam $\delta$ -amino-Levulinat Sintetase
APD	Alat Pelindung Diri
As	Arsen
BBM	Bahan Bakar Minyak
Bidokes	Bidang Kedokteran dan Kesehatan
BUN	Blood Urea Nitrogen
Ca	Calcium
Cd	Cadmium
CDC	<i>Centre for Disease Control and Prevention</i>
CI	<i>Confidence Interval</i>
CORPRO-O	Coproporfirinogen Oksidase
Cr	Chromium
DM	Diabetes Mellitus
FERRO C	<i>Ferro Chelatase</i>
HC	Hidrokarbon
Hg	Merkuri
HS	<i>Haem Synthesis</i>
HT	Hipertensi
ILO	<i>International Labor Organization</i>
IMT	Indeks Massa Tubuh
IQ	<i>Intelligence Quotient</i>

JNC	<i>Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure</i>
Na	Natrium
Ni	Nikel
OR	<i>Odd's Ratio</i>
Pb	Plumbum = Timbal
PEL	<i>Permissible Exposure Limit</i>
PJK	Penyakit Jantung Koroner
Polda Metro Jaya	Polisi Daerah Metro Jakarta Raya
POLRI	Kepolisian Republik Indonesia
PPKUI	Pusat Penelitian Kesehatan Universitas Indonesia
RR	<i>Relative Risk</i>
SKRT	Survei Kesehatan Rumah Tangga
SPSS	<i>Statistical Program for Social Sciences</i>
TDS	Tekanan Darah Sistolik
TDD	Tekanan Darah Diastolik
TEL	<i>Tetra Ethyl Lead</i>
TML	<i>Tetra Methyl Lead</i>
UROD	Uroporfirinogen Dekarboksilase
WHO	<i>World Health Organization</i>
Zn	Zinc
ZPP	Zinc Protoporphyrin Eritrosit

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pertambahan jumlah kendaraan bermotor yang kian pesat saat ini, yaitu berkisar antara 8 – 12% per tahun, mengakibatkan tingginya tingkat pencemaran udara di Indonesia. Kontributor terbesar pencemaran udara di kota-kota besar, adalah gas buang kendaraan bermotor akibat penggunaan bahan bakar minyak (BBM), yaitu sebesar 49%. Sesuai peraturan pemerintah nomor 41 tahun 1999 tentang pengendalian pencemaran udara, pasal 1 ayat 1, pencemaran udara adalah masuknya dan dimasukkannya zat energi dan/atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara ambien turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak memenuhi fungsinya.<sup>1</sup>

Penggunaan BBM di Indonesia saat ini masih menggunakan bensin bertimbal. Semakin besar konsumsi energi BBM dari bensin bertimbal, akan semakin tinggi tingkat pencemaran timbal di udara ambien, karena sekitar 70% timbal yang ada di dalam bahan bakar kendaraan bermotor diemisikan ke udara. Pelaksanaan PP No 41/99 tentang pengendalian pencemaran udara yang diperkuat dengan Kepmen LH No 141/2003 tentang ambang batas emisi kendaraan bermotor tipe baru, diharapkan bisa mencegah dampak timbal tersebut. Implementasi dari PP dan Kepmen tersebut telah dimulai dengan penghapusan kadar timbal bensin di beberapa kota sejak tahun 2001, yaitu di Jabodetabek (Jakarta, Bogor, Bekasi, Tangerang, dan Depok), Batam, Bali, dan Cirebon. Namun hal tersebut belum dapat terlaksana sepenuhnya, karena belum semua kilang dapat memproduksi bensin tanpa timbal. Kemungkinan produksi bensin tanpa timbal di Indonesia hingga tahun 2005 baru sekitar 70-80%.<sup>2</sup>

Timbal (Pb) di atmosfer berasal dari hasil pembakaran bensin yang tidak sempurna. Sebagai zat yang dicampurkan ke dalam bahan bakar, timbal berfungsi meningkatkan angka oktan untuk membuat mesin kendaraan bermotor bekerja dengan baik. Selain itu, timbal juga berfungsi sebagai pelumas antar katup mesin dengan dudukan katup. Namun ternyata bensin yang menggunakan *octane booster* timbal menjadi penyumbang terbesar pencemaran di udara Indonesia. Sekitar 25 – 50% timbal tertinggal di udara, sehingga peningkatan jumlah kendaraan bermotor yang melintas di jalan raya identik dengan meningkatnya pencemaran timbal di udara.<sup>3</sup>

Biaya Kesehatan Akibat Pencemaran Udara oleh Timbal menurut studi Bank Dunia pada tahun 1990 besarnya mencapai US \$ 62,4 juta yang terdiri dari peningkatan jumlah kematian orang dewasa oleh penyakit Kardiovaskuler, termasuk hipertensi, sebanyak 340 orang/tahun dengan nilai kerusakan sebesar US \$ 25,2 juta/tahun, kasus hipertensi 84.000 orang/tahun dengan nilai kerusakan US \$ 0,5 juta/tahun, kasus penyakit jantung koroner pada orang dewasa 350 orang/tahun dengan nilai kerusakan US \$ 0,4 juta/tahun dan kehilangan *Intelligence Quotient (IQ)* pada anak-anak 300.000 poin/tahun dengan nilai kerusakan US \$ 36,1 juta/tahun.<sup>2</sup>

Hipertensi merupakan masalah kesehatan yang penting di dunia, karena angka prevalensinya yang tinggi dan akibat jangka panjang yang ditimbulkannya. Hipertensi merupakan faktor risiko utama untuk terjadinya Penyakit Jantung Koroner (PJK), stroke dan gagal jantung. Hasil survei di banyak negara melaporkan bahwa hipertensi diderita oleh 15 – 20% penduduk dewasa, walaupun 2/3 dari mereka hanya berbentuk hipertensi ringan.<sup>4</sup> Prevalensi di Indonesia terendah ditemukan di Kalirejo (Jawa Tengah) sebesar 1,8%, dan tertinggi di Sukabumi Jawa Barat (28,6%).<sup>5</sup>

Hipertensi dikenal sebagai *silent killer* karena sering tidak menunjukkan gejala. Akibatnya, hipertensi menjadi terlambat diobati, dan kemungkinan terjadi komplikasi lebih besar. *JNC VI (Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure)* melaporkan angka kesadaran berobat pada populasi kurang dari 70%.<sup>4</sup>

Hipertensi akibat pajanan gas buang timbal merupakan penyakit akibat pekerjaan. Data *International Labor Organization (ILO)* pada tahun 2000 menyebutkan urutan penyebab kematian yang berhubungan dengan pekerjaan adalah kanker (34%), kecelakaan (25%), penyakit saluran pernapasan kronis (21%) dan penyakit kardiovaskuler, termasuk hipertensi (15%).<sup>6</sup>

*The Global Dimension of Lead Poisoning* memperkirakan dampak polusi udara sudah tinggi di hampir seluruh belahan dunia. Di Bangkok misalnya, tingginya kadar Timbal di udara menyebabkan terjadinya 200.000 - 500.000 kasus hipertensi, dan menyebabkan 400 kematian setiap tahun atau 0,08 – 0,2%.<sup>7</sup> Studi hubungan antara kadar Plumbum (Pb) dan Hipertensi pada polisi lalu lintas di kota Manado juga menunjukkan bahwa kadar Pb dalam darah mempunyai hubungan secara bermakna ( $p < 0,05$ ) dengan terjadinya Hipertensi. Polisi yang memiliki kadar Pb dalam darah  $\geq 6,27 \mu\text{g/dL}$  memiliki risiko sebesar 7,42 kali lebih tinggi untuk mengalami hipertensi dibandingkan dengan polisi yang kadar Pb dalam darah  $< 6,27 \mu\text{g/dL}$ .<sup>8</sup>

## 1.2. Permasalahan

Dampak pencemaran udara terhadap kesehatan terakumulasi dari hari ke hari. Populasi yang paling rentan adalah kelompok individu berusia lanjut, balita dan mereka yang secara terus menerus terpajan emisi kendaraan bermotor, seperti polisi lalu lintas, penjaga pintu tol, penjaja asongan, sopir angkutan kota ataupun sopir taksi. Kelompok ini lebih rentan karena mereka menghirup zat-zat pencemar di udara lebih banyak dan lebih lama. Tingginya kadar timbal di dalam darah merupakan indikator biologis adanya pajanan timbal di udara. Pemeriksaan darah sopir dan kondektur bus pada tahun 1995 di Jakarta menunjukkan dari 147 responden ada 49 orang (33,3%) terdeteksi adanya timbal di dalam darahnya. Dari 49 orang tersebut, rata-rata kadar timbal di dalam darahnya adalah 0,0042 mg/100 ml. Penelitian pada kolektor tol di Pintu Gerbang Pondok Gede Timur pada tahun yang sama menunjukkan 65,6% kadar timbal dalam darahnya  $> 25 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$ . Penelitian yang melihat kadar timbal dalam darah polisi di Bandung pada tahun 1994 menemukan sekitar 30 – 40% polisi mempunyai kadar timbal dalam darah  $> 25 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$ . Kadar timbal akibat pencemaran udara tidak sama antara satu daerah dengan daerah lainnya, tergantung dari kepadatan kendaraan bermotor dan efisiensi mereduksi kandungan timbal dalam bensin.<sup>1</sup> Beberapa penelitian menunjukkan, mereka yang bekerja di daerah padat lalu lintas memiliki kadar timbal dalam darah yang lebih tinggi daripada yang berada di daerah lalu lintas kurang padat.<sup>9,10</sup> Survei Ekologi Kesehatan di Bandung pada tahun 2001, yang dilakukan pada polisi lalu lintas, penjaga pintu tol, penjaja asongan, sopir angkutan kota ataupun sopir taksi, menunjukkan kadar timbal dalam darah polisi lalu lintas menduduki ranking tertinggi (rata-rata 30,66  $\mu\text{g}/\text{dl}$ ), disusul sopir angkutan kota dan pengemudi taksi (rata-rata 25,23  $\mu\text{g}/\text{dl}$ ), sedangkan pada darah warga biasa hanya sebesar 12,28  $\mu\text{g}/\text{dl}$ .<sup>11</sup>

Data Polda Metro Jaya tahun 2007 menunjukkan, di antara kelima wilayah Polres yang ada di DKI Jakarta, Polres Jakarta Barat merupakan wilayah di DKI Jakarta yang paling padat dilalui kendaraan bermotor.

Data Bidang Kedokteran dan Kesehatan (Bidokes) Polda Metro Jaya tahun 2006 menunjukkan prevalensi Hipertensi pada polisi di wilayah Polres Jakarta Barat cukup tinggi. Pada tahun 2004 prevalensi kasus hipertensi rawat jalan adalah 5,44%, yang pada tahun 2005 meningkat menjadi 7,05%. Hipertensi menempati urutan ke-2 setelah Diabetes Melitus di antara penyakit degeneratif rawat jalan di Bidokes Polda Metro Jaya.<sup>12</sup>

Beberapa hal yang menjadi pertanyaan penelitian adalah :

1. Apakah ada hubungan antara kadar timbal di dalam darah terhadap terjadinya hipertensi pada polisi yang bekerja di jalan wilayah kerja Polres Jakarta Barat?
2. Apakah faktor-faktor lain, seperti obesitas, riwayat keluarga hipertensi, kebiasaan merokok, konsumsi kopi, perilaku memakai masker dan olahraga berhubungan dengan hipertensi pada polisi yang bertugas di jalan wilayah kerja Polres Jakarta Barat?

### **1.3. Hipotesis Penelitian**

Ada hubungan antara kadar timbal di dalam darah dengan terjadinya hipertensi

### **1.4. Tujuan Penelitian**

#### **1.4.1. Tujuan Umum**

Tujuan umum dari penelitian ini adalah diketahuinya faktor-faktor yang berhubungan dengan terjadinya hipertensi pada polisi yang bertugas di jalan wilayah kerja Polres Jakarta Barat

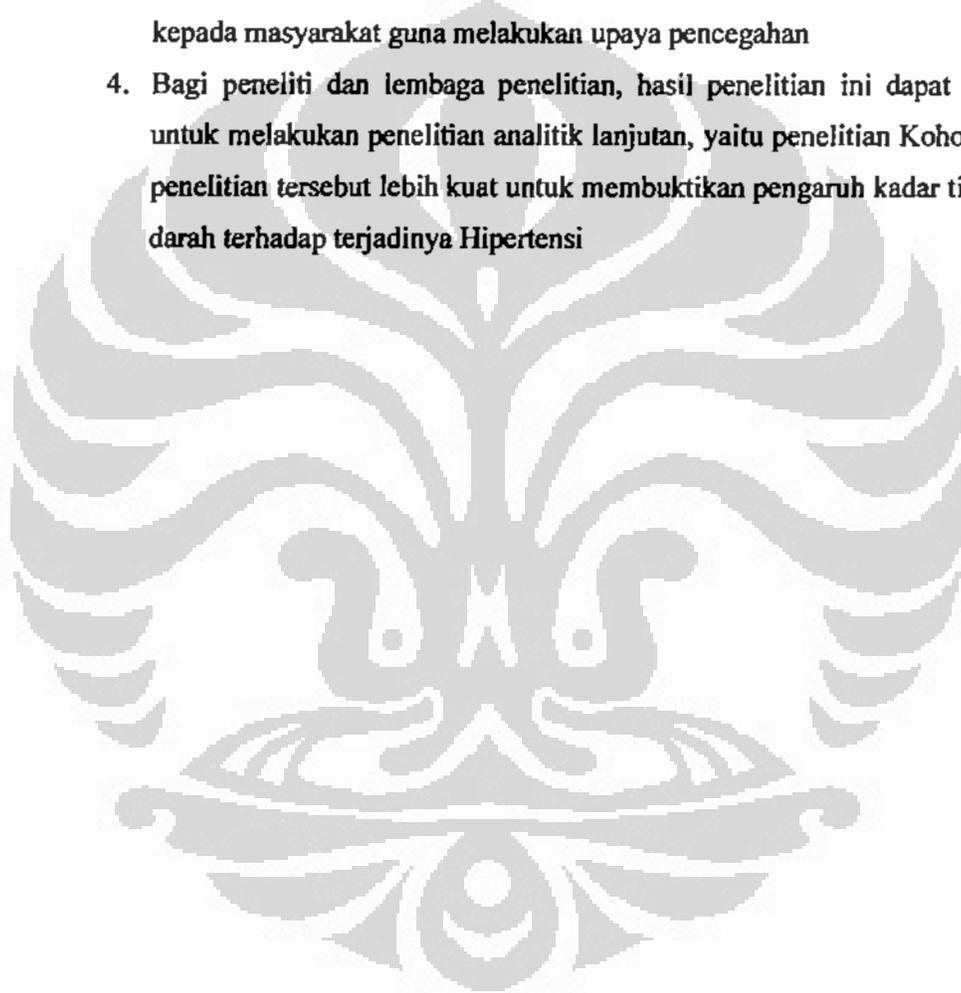
#### **1.4.2. Tujuan Khusus**

Tujuan khusus dari penelitian ini adalah :

1. Diketahuinya hubungan kadar timbal di dalam darah dengan terjadinya hipertensi pada polisi yang bekerja di jalan .
2. Diketahuinya hubungan antara faktor-faktor obesitas, riwayat keluarga hipertensi, kebiasaan merokok, konsumsi kopi, perilaku memakai masker dan olahraga dengan terjadinya hipertensi pada polisi yang bertugas di jalan.

### 1.5. Manfaat Penelitian

1. Bagi Polisi yang bekerja di jalan, hasil penelitian ini dapat menjadi masukan untuk melakukan upaya pencegahan terhadap terjadinya Hipertensi pada diri mereka akibat risiko terpajan gas buang kendaraan bermotor.
2. Bagi pengambil kebijakan, khususnya Polda Metro Jaya, hasil penelitian ini dapat menjadi masukan dalam melakukan upaya promotif dan preventif terjadinya Hipertensi pada Polisi yang bekerja di jalan wilayah kerja Polres Jakarta Barat.
3. Bagi Dinas Kesehatan DKI Jakarta, hasil penelitian ini dapat menjadi masukan dalam melakukan sosialisasi pengaruh timbal terhadap terjadinya hipertensi kepada masyarakat guna melakukan upaya pencegahan
4. Bagi peneliti dan lembaga penelitian, hasil penelitian ini dapat menjadi dasar untuk melakukan penelitian analitik lanjutan, yaitu penelitian Kohort karena hasil penelitian tersebut lebih kuat untuk membuktikan pengaruh kadar timbal di dalam darah terhadap terjadinya Hipertensi



## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Hipertensi

##### 2.1.1. Epidemiologi Hipertensi

WHO menyebutkan, 20% dari masyarakat di negara maju usia dewasa menderita hipertensi. Kelompok tersebut mempunyai risiko yang tinggi terserang stroke, terutama pada penderita yang tidak terkontrol dan tidak diobati. Prevalensi hipertensi di Amerika Serikat lebih tinggi pada kelompok kulit hitam non Hispanik, yaitu 41% (wanita) dan 38% (pria) dibanding kelompok kulit putih non Hispanik, yaitu 24,7% (wanita) dan 28,9% (pria).<sup>13</sup> Sedangkan prevalensi hipertensi di Bombay, India adalah 36,4% pada kelompok usia  $\geq 20$  tahun.<sup>14</sup>

Survei Kesehatan Rumah Tangga (SKRT) tahun 1995 menunjukkan, prevalensi hipertensi di Indonesia adalah 83 per 1000 penduduk. Prevalensi *borderline hypertension*, yaitu tekanan darah 140/90 mmHg di Indonesia diperkirakan 4,8 – 18,8%.<sup>15</sup> Studi Darmojo mendapatkan, prevalensi hipertensi di Indonesia pada usia  $\geq 20$  tahun berkisar antara 1,8 – 28,6%, dengan prevalensi terendah ditemukan di Kalirejo (Jawa Tengah) sebesar 1,8%, dan tertinggi di Sukabumi Jawa Barat (28,6%).<sup>5</sup>

Hipertensi lebih banyak ditemukan pada pria dibandingkan wanita, terutama pada usia dewasa muda dan setengah baya. Namun pada pasca menopause, hipertensi lebih banyak ditemukan pada wanita.<sup>16</sup>

Peningkatan stres karena tuntutan pekerjaan, hidup dalam lingkungan kriminal yang tinggi, kehilangan pekerjaan dan pengalaman yang mengancam nyawa dapat meningkatkan tekanan darah. Faktor yang juga berperan dalam terjadinya hipertensi adalah faktor genetik, umur, jenis kelamin, ras serta faktor lingkungan seperti asupan tinggi natrium, obesitas, inaktifitas, konsumsi alkohol, merokok, polusi udara oleh logam berat.

Logam-logan berat yang sering mencemari lingkungan antara lain merkuri (Hg), timbal atau plumbum (Pb), arsenik (As), kadmium (Cd), khromium (Cr) dan Nikel (Ni) dalam jangka panjang terakumulasi sebagai racun dalam tubuh organisme. Dari keenam logam tersebut, Pb merupakan logam berat yang menyebabkan terjadinya hipertensi pada manusia.<sup>17</sup>

Adanya riwayat hipertensi dalam keluarga merupakan faktor risiko yang paling kuat bagi seseorang untuk mengidap hipertensi. Tekanan darah kerabat dewasa lini pertama (ayah/ibu, saudara kandung) yang dikoreksi terhadap umur dan jenis kelamin berperan pada semua tingkat tekanan darah tinggi, dengan koefisien regresi sebesar 0,2 – 0,3. Tekanan darah orang Amerika berkulit hitam keturunan Afrika lebih tinggi daripada orang Amerika berkulit putih.<sup>16</sup>

Obesitas mempunyai hubungan erat dengan timbulnya hipertensi di kemudian hari. Obesitas mengaktifkan kerja jantung dan menyebabkan hipertrofi jantung dalam jang lama, sehingga tekanan darah cenderung naik. Obesitas mempunyai risiko menderita hipertensi esensial 8,1 kali dibanding mereka yang tidak obesitas.<sup>16</sup>

### 2.1.2. Definisi, Klasifikasi dan Penyebab Hipertensi

Hipertensi didefinisikan sebagai kenaikan tekanan darah sistolik  $\geq 140$  mmHg dan atau tekanan darah diastolik  $\geq 90$  mmHg, atau bila pasien mempunyai riwayat memakai obat hipertensi. Penulisan tekanan darah, misalnya 140/90 mmHg didasarkan pada dua fase dalam setiap denyut jantung, yaitu 140 mmHg (sistolik) menunjukkan fase darah yang sedang dipompa oleh jantung dan 90 mmHg (diastolik) menunjukkan fase darah yang kembali ke jantung.<sup>16,18,19</sup>

*JNC VII (The Seventh US National Committee on Prevention, Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure)* pada tahun 2003 mempublikasikan klasifikasi baru yang membatasi tekanan darah normal, yaitu sistolik  $< 120$  mmHg dan diastolik  $< 80$  mmHg, dan menambahkan satu kategori baru, yaitu *prehipertensi* jika tekanan sistolik antara 120 – 139 mmHg atau tekanan diastolik antara 90 – 99 mmHg. Klasifikasi Hipertensi menurut JNC VII tampak pada Tabel 2.1.<sup>22</sup>

Pada mulanya, para pakar menganggap tekanan diastolik, yaitu tekanan di antara dua denyut jantung merupakan indikator yang lebih baik untuk menunjukkan risiko kesehatan dibandingkan tekanan sistolik, yaitu tekanan pada saat jantung berkontraksi. Namun ternyata tidak demikian. Penelitian menunjukkan, angka sistolik yang tinggi merupakan tanda peringatan yang lebih penting akan bahaya kesehatan, terutama pada orang dewasa.<sup>19</sup>

Tabel 2.1. Klasifikasi Tekanan Darah menurut JNC VII

Kategori	Sistolik (mmHg)	Diastolik (mmHg)
Normal	< 120	dan atau < 80
Pre-Hipertensi	120 – 139	dan atau 80 – 89
<b>Hipertensi</b>		
Stadium – 1	140 – 159	dan atau 90 – 99
Stadium – 2	> 160	dan atau > 100

Sumber : JNC, 2003

Berdasarkan penyebabnya, hipertensi dibagi menjadi dua golongan, yaitu :

- 1 Hipertensi primer atau hipertensi esensial yang tidak diketahui penyebabnya, sehingga disebut juga hipertensi idiopatik. Hipertensi ini jumlahnya sekitar 95% kasus. Banyak faktor risiko yang mempengaruhi terjadinya hipertensi primer, seperti genetik, lingkungan, hiperaktivitas susunan saraf simpatis, sistem renin angiotensin, defek dalam ekskresi Na, peningkatan Na dan Ca intraseluler serta faktor-faktor lain yang meningkatkan risiko, seperti obesitas, merokok, alkohol dan polisitemia.<sup>20,21</sup>
- 2 Hipertensi sekunder atau hipertensi renal, yang meliputi 5% kasus. Penyebab spesifiknya dapat diketahui, misalnya penggunaan estrogen, penyakit ginjal, hiperaldosteronisme primer, sindroma cushing dan hipertensi yang berhubungan dengan kehamilan.<sup>18</sup>

Karena hanya 50% hipertensi sekunder yang dapat diketahui penyebabnya, dan dari golongan ini hanya beberapa persen saja yang dapat diperbaiki kelainannya, maka di dunia kedokteran, penanganan hipertensi esensial lebih mendapat prioritas.

### 2.1.3. Patogenesis Hipertensi

Hipertensi terjadi karena ada perubahan fungsional sistem saraf simpatis (adrenergik), ginjal, sistem renin angiotensin dan struktur kardiovaskuler.<sup>16</sup> Sistem renin angiotensin yang berperan penting dalam pengaturan tekanan darah dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti stimulasi saraf simpatis. Renin berperan dalam proses

konversi angiotensin I menjadi angiotensin II, di mana angiotensin II menyebabkan sekresi aldosteron yang berfungsi menyimpan garam dalam air. Kondisi inilah yang berperan dalam terjadinya hipertensi. Tekanan darah juga dipengaruhi oleh curah jantung dan tahanan perifer. Tingginya tekanan sistolik berhubungan dengan besarnya curah jantung, sedangkan tingginya tekanan diastolik berhubungan dengan besarnya resistensi perifer. Pada stadium awal, sebagian besar penderita hipertensi menunjukkan curah jantung meningkat yang kemudian diikuti dengan kenaikan tahanan perifer yang mengakibatkan tekanan darah yang menetap. Semua faktor yang mempengaruhi curah jantung dan tahanan perifer akan mempengaruhi tekanan darah. Tekanan darah dapat diformulasikan sebagai berikut :

$$\text{Tekanan Darah} = \text{Curah Jantung} \times \text{Tahanan Perifer}^{23}$$

Tubuh mempunyai sistem yang berfungsi mencegah perubahan tekanan darah secara akut akibat gangguan sirkulasi, dan mempertahankan tekanan darah dalam jangka panjang. Sistem kontrol tersebut ada yang bereaksi segera, kurang cepat dan bereaksi jangka panjang. Contohnya adalah *baroreseptor* yang terletak di *sinus karotis* dan *arkus aorta*, yang bertugas mendeteksi tekanan darah. Pergeseran cairan kapiler antara sirkulasi dan interstitial dikontrol oleh hormon *angiotensin* dan *vasopresin*, yang reaksinya kurang cepat. Sistem kontrol yang mempertahankan tekanan darah dalam jangka panjang diatur oleh cairan tubuh, yang melibatkan ginjal.<sup>24,25</sup>

Peningkatan tekanan darah sistemik meningkatkan resistensi ejeksi darah dari ventrikel kiri. Akibatnya, beban kerja jantung bertambah dan terjadi hipertrofi ventrikel untuk meningkatkan kekuatan kontraksi. Tetapi kemampuan ventrikel untuk mempertahankan curah jantung dengan hipertrofi kompensasi akhirnya dilampaui, dan terjadilah dilatasi dan payah jantung. Bila proses ini berlanjut, maka suplai oksigen ke miokardium berkurang, padahal akibat hipertrofi dan peningkatan beban kerja jantung menyebabkan kebutuhan miokardium akan oksigen meningkat. Semua ini akan menyebabkan terjadinya angina pectoris atau infark miokardium. Separuh kematian hipertensi disebabkan infark miokard.<sup>26</sup>

#### 2.1.4. Manifestasi Klinis

Secara umum, hipertensi ringan tidak menunjukkan tanda-tanda yang khas. Hal ini dapat berlangsung selama bertahun-tahun tanpa disadari oleh penderita. Seringkali kondisi tersebut baru diketahui pada waktu *check up* kesehatan. Beberapa penderita mengeluh pusing pada pagi hari. Rasa pusing itu bisa membangunkannya dan seringkali dirasakan terus menerus.<sup>27</sup>

Survei hipertensi di Indonesia menunjukkan gejala-gejala yang dialami penderita hipertensi esensial biasanya berupa pusing, mudah marah, telinga berdenging, mimisan (jarang), sukar tidur, sesak napas, rasa berat di tengkuk, mudah lelah, dan mata berkunang-kunang. Sedangkan gejala komplikasi hipertensi adalah gangguan pengelihatian, gangguan saraf, gagal jantung, gangguan fungsi ginjal, gangguan serebral yang mengakibatkan kejang dan pecahnya pembuluh darah otak yang berakibat kelumpuhan, gangguan kesadaran dan koma.<sup>28,29</sup>

#### 2.1.5. Diagnosis Hipertensi

Seseorang didiagnosis hipertensi apabila pada pengukuran tekanan darah dalam dua kali atau lebih pengukuran tekanan darah dalam kunjungan yang berbeda, didapatkan tekanan darah rata-rata diastolik  $\geq 90$  mmHg dan tekanan sistolik  $\geq 140$  mmHg. Pengukuran tekanan darah dianjurkan dilakukan pada posisi duduk setelah beristirahat  $\pm 5$  menit dan 30 menit bebas rokok. Ukuran manset harus cocok dengan lengan atas dan melingkar paling sedikit 80% serta lebar manset  $\pm 2/3$  kali panjang lengan atas. Alat ukur yang digunakan untuk mengukur tekanan darah adalah *Mercurial Sphygmomaometer*.<sup>22</sup>

Pada anamnesis harus digali informasi adanya riwayat minum obat anti hipertensi, riwayat hipertensi sebelumnya, penyakit serebrovaskuler, riwayat hipertensi dalam keluarga, gejala-gejala yang berkaitan dengan penyebab hipertensi, misalnya kebiasaan merokok, konsumsi makanan, riwayat obat-obat bebas, serta faktor psikososial.<sup>17</sup> Pada wanita perlu ditanyakan tentang riwayat hipertensi pada kehamilan, riwayat persalinan dan penggunaan pil kontrasepsi.<sup>24</sup>

### 2.1.6. Pengukuran Tekanan Darah

Karena seringkali peninggian tekanan darah merupakan satu-satunya tanda klinis, maka pada hipertensi, diperlukan pengukuran darah yang akurat.<sup>18</sup>

#### Posisi Pasien

Pasien harus duduk tenang selama 5 menit dengan tangan terpasang manset sejajar dengan proyeksi jantung, dan punggung bersandar rileks di kursi. Perlu dilakukan pemeriksaan ulang dengan perubahan posisi dan pembacaan setelah 5 menit dalam posisi tubuh supinasi, kemudian dengan segera berdiri dan diukur 2 menit setelah berdiri.

#### Situasi

Pasien tidak boleh mengonsumsi kafein dan tidak boleh merokok 30 menit sebelum pengukuran. Pasien juga harus dipastikan tidak menggunakan stimulan adrenergik eksogen (misalnya dekonjestan nasal / *inhaler*). Pengukuran harus dilakukan di ruangan yang tenang dan hangat.

#### Perlengkapan

Ukuran manset dan diameter balon paling tidak harus melingkari 80% dari lengan dan menutupi dua pertiga panjang lengan atas. Jika tidak, letakkan balon di atas arteri brakialis. Balon yang terlalu kecil dapat menyebabkan kesalahan pembacaan. Gunakan tensimeter manometer air raksa yang terkalibrasi, atau jenis elektronik yang tervalidasi. Bagian stetoskop yang dipakai adalah bagian bel. Untuk menghindari gangguan, manset harus diletakkan dengan selang pada punyaknya.

#### Teknik

Pada tiap kesempatan, ambil minimal dua kali pembacaan dalam rentang waktu beberapa menit. Apabila pada pengukuran terdapat perbedaan lebih dari 5 mmHg, lakukan beberapa kali pengukuran sampai tidak terdapat perbedaan.

#### Pengukuran

Kembangkan balon secara cepat sampai tekanan di atas 20 mm Hg di atas tekanan darah sistolik, yang ditandai dengan hilangnya pulsasi arteri radialis. Kempiskan balon 3 mmHg per detik. Catat bunyi *Korotkoff I* (muncul) dan *Korotkoff V* (menghilang). Jika bunyi *Korotkoff* lemah, minta pasien untuk mengangkat lengan atas, dan mengepalkan tangan selama 5 – 10 menit, kemudian kembangkan balon secara cepat.

#### Pencatatan

Catat tekanan darah, posisi pasien, lengan dan ukuran manset. Misalnya 140/90 mmHg, duduk, lengan kanan, manset dewasa.<sup>25</sup> Apabila menemukan penderita hipertensi pada pengukuran pertama, atau penderita tersebut baru pertama kali mengetahui bahwa ia menderita hipertensi, maka anjurkan pemeriksaan selanjutnya seperti pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Tindak Lanjut Pemeriksaan Hipertensi setelah Pengukuran Pertama

Tekanan Sistolik (mmHg)	Tekanan Diastolik (mmHg)	Pemeriksaan Lanjutan
< 130	< 85	Periksa ulang dalam 2 tahun
130 – 140	85 – 90	Periksa ulang dalam 1 tahun
140 – 180	90 – 105	Hipertensi ringan → pastikan berulang kali selama periode sekurang-kurangnya 3 bulan.
180 – 210	105 – 120	Hipertensi sedang → pastikan dan evaluasi segera dan mulai penanganan dalam beberapa minggu
> 210	> 120	Hipertensi parah → evaluasi dan lakukan penanganan segera

Sumber : WHO, 2001

### 2.1.7. Faktor Risiko Hipertensi

Faktor risiko adalah faktor yang keberadaannya akan menyebabkan seseorang menderita hipertensi atau bila telah menderita hipertensi akan memperberat kondisi penyakitnya. Beberapa faktor risiko hipertensi adalah :<sup>30</sup>

1. Jender (Laki-laki dan wanita pasca menopause)
2. Umur ( $\geq 55$  tahun pada laki-laki dan  $\geq 65$  tahun pada wanita)
3. Gaya hidup (kurang aktivitas fisik/olahraga, Kebiasaan Merokok, Konsumsi Kopi, Konsumsi alkohol, stres)
4. Obesitas
5. Genetik : Ayah/Ibu Hipertensi
6. Riwayat penyakit : Diabetes Mellitus, Dislipidemia

Faktor risiko ini ada yang dapat dihindari, namun ada juga yang tidak dapat dihindari. Faktor risiko yang dapat dihindari adalah : Faktor genetik, jenis kelamin

dan umur, sedangkan faktor risiko yang dapat dihindari adalah aktifitas fisik/olahraga, kebiasaan merokok, konsumsi kopi, konsumsi alkohol dan obesitas.

#### 2.1.7.1. Faktor Genetik

Perbedaan yang dibawa secara genetik sehingga seseorang menderita hipertensi adalah kepekaan terhadap konsumsi garam, abnormalitas transport natrium-kalium, respon sistem saraf pusat terhadap stimuli psikososial, respon neurohormonal (sistem renin angiotensin, katekolamin, tromboksan, fungsi barostat renal, geometrik jantung dan vaskuler, serta gangguan metabolisme glukosa-lipid-resistensi insulin). Disebutkan bahwa, individu dengan orang tua hipertensi memiliki risiko dua kali lebih besar kemungkinannya menderita hipertensi.

#### 2.1.7.2. Obesitas

Obesitas didefinisikan sebagai keadaan di mana terdapat kelebihan lemak tubuh. Untuk menetapkan kondisi obesitas sering digunakan acuan Indeks Massa Tubuh (IMT), yaitu Berat Badan dalam kilogram (kg) dibagi kuadrat Tinggi Badan dalam meter (m<sup>2</sup>). Kelebihan Berat Badan dengan IMT > 27 kg/m<sup>2</sup> berhubungan dengan kenaikan tekanan darah. Ukuran lingkaran pinggang > 89 cm pada wanita dan > 95 cm pada laki-laki juga dihubungkan dengan faktor risiko hipertensi, dislipidemia, Diabetes Mellitus dan mortalitas akibat penyakit jantung koroner. Pengurangan berat sedikitnya 4.5 kg pada penderita hipertensi akan menurunkan tekanan darah secara bermakna.<sup>31</sup>

Studi Framingham menunjukkan 70% hipertensi pada laki-laki dan 61% pada perempuan berhubungan dengan obesitas, dan tekanan sistolik bertambah 4,5 mmHg pada setiap penambahan 10 pound berat badan. Tekanan sistolik berkurang sebesar 5 – 20 mmHg setiap penurunan berat badan sebanyak 10 kg. Risiko terjadinya peningkatan tekanan darah pada orang yang mempunyai berat badan lebih adalah 2 – 6 kali lebih tinggi dibandingkan orang dengan berat badan normal. Diperkirakan 20-30% kasus hipertensi disebabkan oleh kelebihan berat badan. Penurunan rata-rata berat badan 9,2 kg dapat menyebabkan penurunan tekanan darah sistolik dan diastolik masing-masing sebesar 6,3 dan 3,1 mmHg.<sup>32</sup>

### 2.1.7.3. Kebiasaan Merokok

Respon akut hemodinamik dari rokok berupa peningkatan denyut nadi, peningkatan tekanan sistolik dan diastolik disertai peningkatan tekanan kontraktilitas miokardial. Peningkatan denyut nadi menyebabkan peningkatan *cardiac output*. Tekanan arterial meningkat sebagai akibat meningkatnya *cardiac output* dan peningkatan tahanan vaskular sistemik. Denyut nadi meningkat pada menit pertama merokok, dan setelah 10 menit peningkatan mencapai 30%. Tekanan sistolik meningkat mencapai 10%. Kenaikan ini terjadi akibat aktivasi sistem saraf simpatik yang disebabkan oleh stimulasi ganglion simpatetik oleh nikotin. Nikotin menyebabkan kenaikan tekanan darah arteri dan denyut jantung leh beberapa mekanisme : (1) Nikotin merangsang pelepasan nor epinefrin, epinefrin lokal dan kortisol dari saraf adrenergik dan meningkatkan sekresi katekolamin dari medula adrenal. Kadar plasma epinefrin tampak meningkat setelah 5 menit merokok, dan konsentrasi puncak terjadi setelah 10-12 menit, (2) Nikotin bekerja pada kemoreseptor di glomus karotikus dan glomerula aortika yang menyebabkan peningkatan denyut jantung dan tekanan arteri, (3) Nikotin bekerja langsung pada miokardium untuk menginduksi efek inotropik dan kronotropik positif. Merokok berhubungan dengan penggunaan alkohol dan kopi. Enampuluh lima persen laki-laki peminum alkohol berat adalah perokok. Hanya 28% laki-laki yang tidak mium alkohol yang merokok. Juga dilaporkan 38% laki-laki yang mengkonsumsi kopi adalah perokok, dan hanya sekitar 12% laki-laki yang tidak merokok mengkonsumsi kopi.<sup>33</sup>

Nikotin yang terdapat dalam rokok yang dihisap masuk ke dalam saluran pernapasan, kemudian masuk ke dalam aliran darah dan merusak lapisan endotel pembuluh darah arteri, mengakibatkan proses arteriosklerosis dan menyebabkan hipertensi. Rokok juga meningkatkan denyut jantung dan menghambat kebutuhan oksigen yang disuplai ke miokardium. Konsumsi alkohol yang hampir selalu menyertai kebiasaan merokok juga merupakan faktor risiko, terutama pada tekanan darah sistolik. Alkohol mempunyai efek presor langsung pada pembuluh darah karena alkohol menghambat natrium dan kalium, sehingga terjadi peningkatan natrium intrasel dan menghambat pertukaran natrium dan kalium seluler yang memudahkan kontraksi sel otot. Diduga pada peminum alkohol berat terjadi juga peningkatan kortisol dan volume sel darah merah serta kekentalan darah.<sup>16</sup>

#### 2.1.7.4. Konsumsi Kopi

Minuman kopi yang mengandung kafein disebutkan dapat menghasilkan perubahan dalam hemodinamik, di antaranya peningkatan tekanan darah, namun pendapat ini masih kontroversial. Kafein yang dikonsumsi setiap hari oleh sekitar 80% orang dewasa, dan terdapat dalam kopi, teh atau minuman kola, untuk sebagian orang dapat meningkatkan tekanan darah secara akut, baik tekanan darah sistolik maupun diastolik sekitar 5 – 15 mmHg, terutama mereka yang hipertensif. James menyimpulkan minum kafein secara teratur dapat meingkatkan tekanan darah, sedangkan Mc Donald dkk sebaliknya mendapatkan tekanan darah lebih rendah selama periode minum kafein dibandingkan yang diet bebas kafein. Hal senada diajukan oleh Martin G. Myers dan Richard A. Reeves bahwa pada individu yang tidak sering mengkonsumsi kafein mungkin akan menyebabkan sedikit kenaikan tekanan darah yang tidak membahayakan, namun akan mempengaruhi diagnosis hipertensi pada pasien dengan tekanan darah pada tingkat perbatasan. Namun bila individu tersebut secara teratur mengkonsumsi kafein dalam jumlah sedang (200 mg) dua kali sehari yang setara dengan 4 cangkir per hari, maka kafein tidak akan mempengaruhi tekanan darah. Hal ini karena adanya pengembangan toleransi terhadap kafein yang dikonsumsi secara teratur. Kafein mempunyai efek osmotik diuretik, yang menunjukkan tekanan darah meningkat dengan peregangan kandung kemih.<sup>33</sup>

## 2.2. Timbal

### 2.2.1. Karakteristik Timbal

Timbal yang memiliki rumus kimia Pb merupakan salah satu jenis logam berat berwarna kelabu kebiruan, dengan beberapa karakteristik, antara lain<sup>9</sup> :

- Nomor Atom : 82
- Berat Atom : 207,19
- *Specific Gravity* : 11,34
- Titik Lebur : 327,5°C
- Titik Didih : 1740°C

Logam timbal mempunyai sifat-sifat khusus sebagai berikut :

1. Merupakan logam yang lunak, sehingga dapat dipotong dengan menggunakan pisau, atau dengan tangan dan dapat dibentuk dengan mudah

2. Merupakan logam yang tahan terhadap peristiwa korosi atau karat, sehingga sering digunakan sebagai bahan *coating*
3. Mempunyai kerapatan yang lebih besar dibandingkan logam biasa, kecuali emas dan merkuri
4. Merupakan penghantar listrik yang baik<sup>34</sup>

Pada suhu 550 – 600 °C timbal menguap dan bereaksi dengan oksigen di udara membentuk timbal oksida. Timbal yang juga dikenal sebagai timah hitam banyak digunakan dalam berbagai kegiatan. Namun timbal memiliki sifat yang sangat toksik, sehingga dapat mengganggu kesehatan manusia jika tidak digunakan secara hati-hati.

### 2.2.2. Sumber Timbal

Sumber utama pajanan timbal pada orang dewasa adalah makanan, yang diperkirakan berkontribusi sampai 60% dari kadar timbal di dalam darah. Inhalasi ± 30%, dan sisanya berasal dari air.

Bagi kebanyakan orang, sumber utama asupan timbal adalah makanan/minuman yang dikemas dalam kaleng, terutama yang bersifat asam. Hasil penelitian *The National Food Processors Association* mengungkapkan, partikel Pb merupakan salah satu sumber kontaminasi di dalam produk makanan/minuman yang dikalengkan. Keberadaan partikel Pb ini dapat berasal dari kaleng yang dilakukan pematrian pada proses penyambungan antara kedua bagian sisi untuk membentuk badan kaleng atau antara badan kaleng dan tutupnya yang dipatri. Peralatan makanan keramik berglasur juga merupakan sumber Pb.

Kadar timbal di udara sangat ditentukan oleh kadar debu di udara ambien. Konsentrasi timbal di udara bervariasi antara 2 – 4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  di daerah yang padat lalu lintas. Di daerah sub urban, konsentrasi timbal sebesar 0,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  dan lebih rendah lagi di daerah yang jauh dari perkotaan. Sumber pajanan timbal terbesar di atmosfer adalah dari bahan bakar bensin bertimbal. Hingga saat ini Timbal (Pb) masih banyak dikaji karena pemakaiannya yang luas terutama sebagai additif pada bahan bakar kendaraan bermotor, yang menjadi sumber utama pencemaran udara utama. Timbal (Pb) di atmosfer berasal dari senyawa hasil pembakaran bensin reguler dan premium yang tidak sempurna. Timbal (Pb) ditambahkan pada bahan bakar kendaraan bermotor dalam bentuk senyawa organik tetraalkylead, yang terdiri dari tetramethyllead (TML), tetraethylead (TEL), dan campuran alkil triethylmethyllead,

diethylmethyllead dan ethyltrimethyllead. TEL dan TML secara bersama-sama ditambahkan ke dalam bensin sebagai additif antiketukan mesin dan menaikkan angka oktan bensin. TEL berbentuk cairan berat dengan kerapatan 1,659 g/ml, titik didih 200 °C (=390 °F) dan larut dalam bensin. Metil klorida ( $\text{CH}_3\text{Cl}$ ) dan etil klorida ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ ) merupakan bahan utama pembuatan senyawa TEL. Tidak ada timah hitam yang ditambahkan pada bahan bakar diesel (solar) dan minyak tanah.<sup>9</sup>

Statistik Perminyakan Indonesia, Laporan Tahunan 1999 Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi saja menyebutkan, konsumsi premium untuk transportasi mencapai 11.515,401 kilo liter per tahun. Padahal di dalam setiap liter premium yang diproduksi, terkandung Pb sebesar 0,45 gram sehingga jumlah Pb yang terlepas ke udara adalah sebesar 5.181,930 ton. Polusi akibat Pb ini akan semakin meningkat di tahun-tahun mendatang. Selain di makanan dan udara, timbal juga terkandung di dalam air. Air minum dapat tercemar cukup tinggi oleh Pb karena kontaminasi penggunaan pipa berlapis timbal, solder dan kran air. Kandungan timbal dalam air sebesar  $\leq 15 \mu\text{g/liter}$  air dianggap sebagai konsentrasi yang aman untuk dikonsumsi. Dalam air minum, secara umum kadar timbal  $< 10 \mu\text{g/liter}$ , tetapi di daerah yang rendah kandungan Ca dan Mg namun menggunakan pipa yang mengandung timbal, kandungan timbalnya 2000 – 3000  $\mu\text{g/liter}$ .<sup>9</sup>

Penggunaan pipa air yang mengandung timbal di rumah tangga, terutama di daerah yang kesadahan airnya rendah (lunak), dapat menjadi sumber pajanan timbal bagi manusia. Selain itu, daerah di mana banyak terdapat rumah tua yang masih menggunakan cat yang mengandung timbal, juga akan menjadi sumber pajanan timbal di lingkungan.<sup>35</sup>

Timbal (Pb) terdapat dalam jumlah kecil pada batu-batuan, tanah dan tumbuh-tumbuhan. Bijih timbal yang terpenting adalah galena ( $\text{PbS}$ ) yang biasanya ditemukan bersama sulfida perak, tembaga, arsen, antimon, bismut dan timah. Bijih timbal lain yang banyak dijumpai adalah serusit ( $\text{PbCO}_3$ ) dan anglesit ( $\text{PbCO}_4$ ). Timbal komersial dihasilkan melalui penambangan, peleburan, pengilangan dan pengolahan ulang sekunder.<sup>36</sup>

Timbal juga digunakan pada pelindung kabel listrik, pembuatan pipa, sambungan penyekat, tangki dan genting atap, panci pemanas dan lain-lain. Alkil timbal (timbal tetraetil, timbal tetrametil) digunakan pada industri petroleum sebagai bahan aditif antiknock pada bahan bakar, namun pemakaian timbal paling banyak adalah di industri baterai. Pekerjaan yang berisiko terpapar timbal antara lain adalah

peleburan dan pembuatan baterai, pengecatan, kerajinan pot, industri keramik, pengecoran logam, tukang patri.<sup>35</sup>

Sumber pencemaran timbal yang lain adalah pertambangan, peleburan batuan, industri dan incenerator. Batubara, seperti juga mineral lainnya (batuan dan sedimen), pada umumnya mengandung timbal dalam kadar rendah. Kegiatan berbagai industri yang terutama menghasilkan besi dan baja, peleburan tembaga dan pembakaran batu bara, juga harus dipandang sebagai sumber yang dapat menambah pajanan timbal di udara. Dalam proses penambangan, timbal merupakan bahan yang terikat dengan logam lain, yang akan terlepas pada proses penambangan.<sup>36</sup>

### 2.2.3. Manfaat dan Kegunaan Timbal

Timbal digunakan pada pelindung kabel listrik, pembuatan pipa-pipa, tangki dan genting atap, pembuatan baterai, industri kimia untuk melapisi kontainer asam sulfat, industri cat, dan sebagainya.<sup>36</sup> Timbal juga digunakan sebagai aditif dalam bahan bakar bensin. Penggunaannya telah dimulai sejak tahun 1921, dan hingga sekarang penggunaannya makin meluas karena sangat menguntungkan dan bersifat paling *cost effectice* dan *cost effiience*.<sup>3</sup> Bentuk persenyawaan timbal dengan unsur kima lainnya, serta kegunaan persenyawaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.3. di bawah ini :

Tabel 2.3. Bentuk Persenyawaan Pb dan Kegunaannya

No	Bentuk Persenyawaan	Kegunaan
1	Pb + Sb	Kabel telepon
2	Pb + As + Sn + Bi	Kabel listrik
3	Pb + Ni	Senyawa azida untuk bahan peledak
4	Pb + Cr + Mo + Cl	Untuk pewarnaan pada cat
5	Pb-asetat	Pengkilapan keramik dan bahan anti api
6	Pb + Te	Pembangkit listrik tenaga panas
7	Tetrametil-Pb (CH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> -Pb Tetraetil-Pb (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>4</sub> -Pb	Aditif bahan bakar kendaraan bermotor

Sumber : Palar, 2004<sup>34</sup>

#### 2.2.4. Paparan Timbal

Manusia terpajan timbal yang ada di lingkungan, seperti di udara, tanah, air maupun makanan. Sebagian timbal di udara dapat langsung terhirup oleh manusia, sedangkan yang lainnya jatuh ke atas tanah dan permukaan air, untuk selanjutnya meresap ke dalam tanah. Timbal bisa berpindah dari udara ke atas permukaan lingkungan, baik endapan basah maupun kering, meskipun 40 – 70% timbal di udara terserap oleh endapan basah, tergantung lokasi geografis dan kadar emisi di daerah tersebut. Karena sulit untuk larut, timbal banyak mengendap pada permukaan tanah dan sedimen, atau menempel pada bahan-bahan organik. Akibatnya, timbal tidak mudah hilang dan cenderung terakumulasi di ekosistem di mana timbal mengendap.<sup>36</sup>

Tidak hanya pekerja yang memproduksi dan menggunakan timbal dalam proses produksi yang akan terpajan timbal, namun masyarakat juga merasakan dampak dari konsentrasi timbal yang tinggi di udara akibat pencemaran udara oleh emisi gas buang kendaraan bermotor. Sarana transportasi yang terus bertambah seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk, memberikan kontribusi yang besar dalam menurunkan kualitas udara. Diperkirakan, sekitar 80 – 90% timbal di udara ambien berasal dari pembakaran bensin yang mengandung timbal.<sup>37</sup>

Masyarakat yang tinggal di daerah padat lalu lintas memiliki tingkat paparan yang lebih tinggi dibandingkan yang tinggal jauh dari pusat kota. Konsentrasi timbal di udara bervariasi dari 2 – 4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  di kota besar yang lalu lintasnya padat, sampai < 0,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  di daerah pinggiran kota dan lebih rendah lagi di daerah pedesaan. Konsentrasi tertinggi terjadi di sepanjang jalan raya bebas hambatan selama jam-jam sibuk di mana konsentrasinya bisa mencapai 14 – 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .<sup>9</sup>

Selama pembakaran bensin, terbentuk komponen Pb yang mengandung halogen, karena ke dalam bensin sering ditambahkan cairan anti letupan. Bahan anti letupan yang aktif terdiri dari Tetrametil-Pb atau  $(\text{CH}_3)_4\text{-Pb}$ , Tetraetil-Pb atau  $(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{-Pb}$  atau kombinasi keduanya. Jenis dan jumlah komponen Pb yang diproduksi dari asap mobil dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Komponen Pb di Dalam Asap Mobil

No	Komponen Pb	Persen Total Partikel Pb di dalam asap segera setelah mesin dihidupkan	Persen Total Partikel Pb di dalam asap 18 jam setelah mesin dihidupkan
1	PbBrCl	32,0	12,0
2	PbBrCl.2PbO	31,4	1,6
3	PbCl <sub>2</sub>	10,7	8,3
4	Pb(OH)Cl	7,7	7,2
5	PbBr <sub>2</sub>	5,5	0,5
6	PbCl <sub>2</sub> .2PbO	5,2	5,6
7	Pb(OH)Br	2,2	0,1
8	PbO <sub>x</sub>	2,2	21,2
9	PbCO <sub>3</sub>	1,2	13,8
10	PbBr <sub>2</sub> .2PbO	1,1	0,1
11	PbCO <sub>3</sub> .2PbO	1,0	29,6

Sumber : Anonim (1971) dalam Stoker dan Seager (1972)

Seperti dikutip Fardiaz (2006)

Dari senyawa timbal yang ditambahkan ke bensin,  $\pm 70\%$  diemisikan melalui knalpot dalam bentuk garam inorganik, 1% diemisikan masih dalam bentuk *tetraalkyl lead* dan sisanya terperangkap dalam sistem *exhaust* dan mesin oli. Semakin tinggi kecepatan mobil, maka semakin meningkatkan jumlah timbal yang diemisikan dari kendaraan bermotor. <sup>10</sup>

## 2.2.5. Metabolisme Timbal

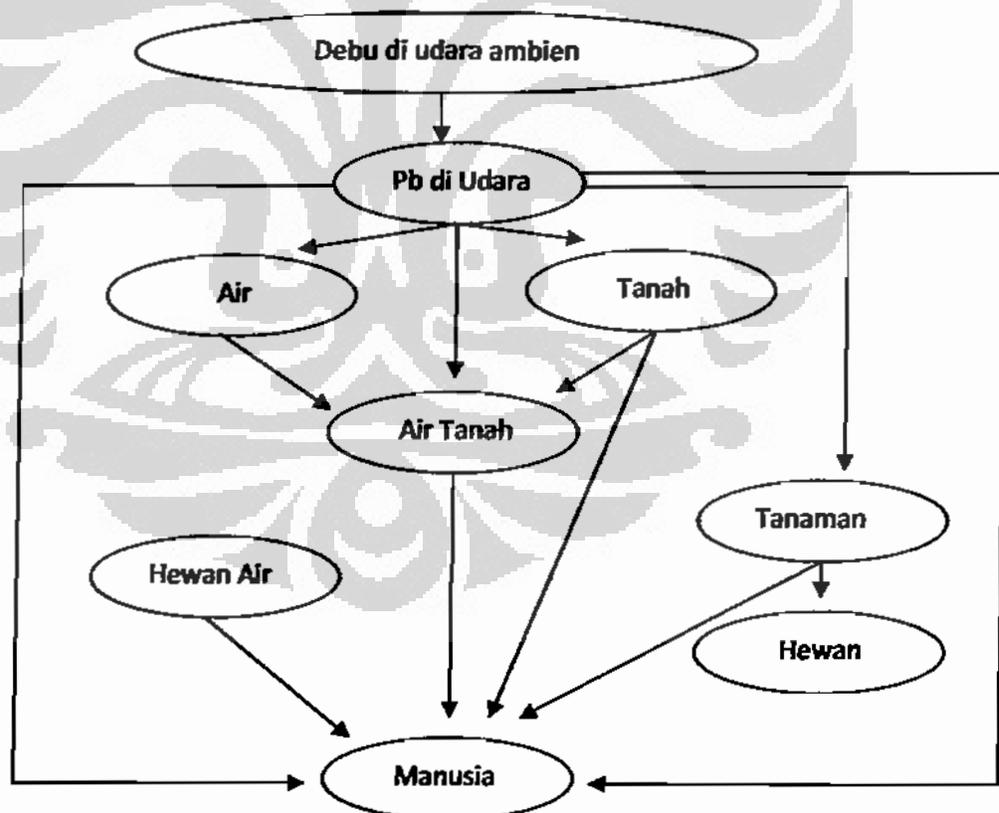
### 2.2.5. 1. Absorpsi Timbal

Proses masuknya senyawa Pb ke dalam tubuh manusia dapat melalui beberapa cara, antara lain : (1) Sekitar 80% Pb masuk ke dalam tubuh melalui saluran pernapasan, kemudian ke pembuluh darah paru-paru, untuk kemudian diedarkan ke seluruh jaringan dan organ tubuh. Lebih dari 90% logam Pb yang terserap akan berikatan dengan sel-sel darah merah, (2) Melalui makanan atau minuman (14%) yang akan mengikuti proses metabolisme tubuh. Pb yang masuk melalui makanan dan atau minuman bisa saja ditolerir oleh lambung karena asam lambung (HCl) memiliki kemampuan untuk menyerap logam Pb<sup>2+</sup>, (3) Penetrasi pada lapisan kulit (1%) untuk

senyawa organik (alkil timbal dan naftenat timbal) karena Pb dapat larut dalam minyak dan lemak.<sup>3</sup>

Tingkat penyerapan timbal yang berasal dari inhalasi tergantung dari ukuran partikel debu timbal yang masuk ke dalam tubuh. Partikel yang berukuran  $< 10\mu$  dapat tertahan di paru-paru, sedangkan partikel yang lebih besar mengendap di saluran napas bagian atas. Sekitar 35% dari timbal yang dihirup melalui udara ambien akan diabsorpsi melalui paru, 5 – 10% dari timbal yang tertelan diabsorpsi melalui saluran cerna.<sup>9</sup>

Sejumlah studi menyebutkan, bila pada orang yang terpajan timbal dilakukan pemeriksaan kadar timbal di dalam darahnya, maka  $1\mu\text{g}/\text{m}^3$  timbal di udara akan memberikan kontribusi timbal dalam darah sekitar  $1,0 - 2 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$  darah. Sekitar 10% timbal yang ada di makanan dan minuman akan diserap tubuh. Dikatakan,  $100 \mu\text{g}$  timbal yang diserap melalui makanan akan memberikan kontribusi timbal dalam darah sekitar  $6 - 18 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$  darah.<sup>9</sup>

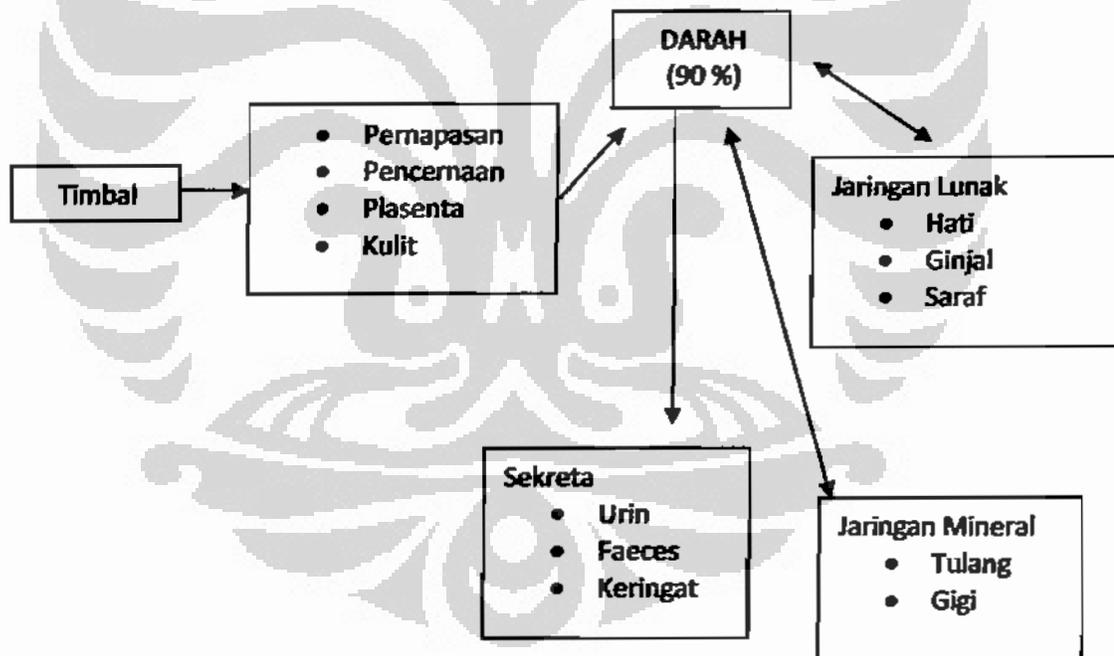


Gambar 1 Jalur Masuknya Timbal ke Dalam Tubuh Manusia

Sumber : World Health Organization, 2001

### 2.2.5. 2. Distribusi Timbal

Polutan Pb yang diabsorpsi melalui saluran pencernaan akan melewati hati sebelum didistribusi ke bagian tubuh yang lain, untuk didetoksifikasi melalui proses biotransformasi. Di hati, Pb akan diubah menjadi kurang toksik, yang disebut metabolit. Metabolit ini lebih larut dalam air sehingga lebih mudah diekskresi dari dalam tubuh. Sedangkan polutan Pb yang diabsorpsi melalui kulit dan saluran pernapasan akan langsung dibawa ke organ-organ lain dahulu sebelum menuju ke hati. Timbal yang telah diabsorpsi tubuh 90% akan mengikat sel-sel darah merah. Timbal tidak didistribusikan secara merata ke seluruh tubuh. Timbal terdistribusi ke dalam 3 komponen, yaitu darah, jaringan lunak (ginjal, sumsum tulang belakang, hati, saraf dan otak), jaringan mineral (tulang dan gigi) dan sebagian diekskresi dari tubuh melalui urine, feses dan keringat.<sup>38</sup>



Gambar 2 Akumulasi Timbal Dalam Tubuh Manusia  
Sumber : *International Labour Organization, 1998*

Timbal yang tertinggal dalam tubuh, baik yang berasal dari udara maupun dari makanan dan minuman, terutama akan berkumpul di tulang (90-95%), karena sifat-sifat ion Pb hampir sama dengan Ca. Studi pada orang dewasa menunjukkan umur

timbal dalam darah dan jaringan tubuh berkisar antara 28 – 36 hari, sedangkan umur timbal dalam tulang manusia diperkirakan sekitar 2 – 3 tahun. Namun karena analisis timbal dalam tulang cukup sulit, maka kadar timbal dalam tubuh ditetapkan dengan menganalisis kadar timbal di dalam darah dan urine. Kadar timbal dalam darah merupakan indikator yang baik untuk mengukur kadar timbal di dalam tubuh.<sup>3</sup> Anak-anak mampu menyimpan timbal dalam tubuhnya lebih lama daripada orang dewasa. Transfer timbal kepada fetus juga terjadi sepanjang masa kehamilan.<sup>38</sup>

### 2.2.5. 3. Ekskresi Timbal

Ekskresi timbal dari tubuh secara keseluruhan terjadi dalam waktu paruh sekitar 28 hari. Dari darah dan tempat deposit, timbal diekskresikan melalui urin (75 – 80%), feses (15%) dan keringat.<sup>9</sup>

### 2.2.5.4. Reaksi Biokimia Timbal

#### 2.2.5. 4. 1. Haem Synthesis

Timbal terbukti dapat mempengaruhi reaksi beberapa enzim yang diperlukan untuk *haem synthesis*. Timbal menghambat 3 enzim dalam proses biosintesis, yaitu *5-Aminolaevulinate Dehydratase (ALAD)*, *Coproporphyrinogen Oxidase (CORPRO-O)*, dan *Ferrochelatase (FERRO-C)*. Akibatnya, terjadi peningkatan produksi dan pengeluaran pelopor ALAD dan COPRO dengan peningkatan sirkulasi *Protoporphyrin* yang biasanya terikat pada Zinc (Zn) menjadi *Zn Protoporphyrin*. Di dalam sel darah merah, penurunan sintesis *monoxygenases* akan menurunkan *haem synthesis*, sehingga timbal kemudian menempel pada haemoglobin.<sup>36</sup>

#### 2.2.5. 4. 2. Kadar Protoporphyrin

Timbal terbukti mengganggu perubahan *protoporphyrin* menjadi *haem* melalui *ferrochelatase*. *Protoporphyrin* dalam kondisi ini kemudian menjadi *zinc protoporphyrin*. Hubungan antara *protoporphyrin* (baik bebas maupun sebagai *zinc chelate*) dalam darah dengan timbal darah merupakan efek permulaan dari sebuah efek yang berkelanjutan.<sup>36</sup>

Hubungan matematis yang tepat sangat sulit ditentukan karena ketidak-pastian dalam pengukuran timbal darah (PbB) dan *protoporphyrin* darah. Konsep

“permulaan” biasanya digunakan oleh mereka yang percaya bahwa tidak ada pengaruh yang berarti pada sistem biologis, dan biasanya digunakan sebagai titik awal proses analisis identitas. “Efek berkelanjutan” lebih masuk akal dari segi biologis, karena dalam sistem biologis, tidak mungkin tidak ada yang terpengaruh jika ada interupsi.<sup>36</sup>

Nilai hubungan antara timbal dalam darah (PbB) dengan *zinc protoporphyrin* kurang bisa dihitung secara akurat karena adanya zat besi, sehingga sangat sulit untuk menghasilkan perkiraan yang akurat pada level PbB < 0,96  $\mu\text{mol/liter}$  (20  $\mu\text{g/dl}$ ). Dalam penelitian mengenai hubungan antara level PbB dengan konsentrasi *protoporphyrin erythrocyte* pada anak di perkotaan, disimpulkan bahwa “efek permulaan” mulai tampak pada PbB 0,72 – 0,86  $\mu\text{mol/liter}$  (15 – 18  $\mu\text{g/dl}$ ). Penemuan ini konsisten dengan data dari Roels (1976) yang menemukan “efek permulaan” pada level 1,2  $\mu\text{mol/liter}$  (25  $\mu\text{g/dl}$ ). Marcus dan Schwartz yang menganalisis ulang data dari survei NHANES II pada 764 anak, menemukan tidak ada korelasi positif antara PbB dengan *zinc protoporphyrin* pada level < 0,96  $\mu\text{mol/liter}$ .<sup>36</sup>

#### 2.2.5. 4. 3. Kadar Coproporphyrin

Salah satu efek awal dari keracunan timbal adalah peningkatan pengeluaran *Coproporphyrin* pada urine yang disebabkan adanya hambatan pada *Coproporphyrinogen oxidase*. Meskipun pada awalnya dianggap sebagai alat pengukuran timbal yang bagus, namun sesungguhnya kurang begitu bermanfaat mengingat tingkat pengeluaran tidak akan naik secara signifikan, kecuali pada level PbB > 1,92  $\mu\text{mol/liter}$  (40  $\mu\text{g/dl}$ ).<sup>36</sup>

#### 2.2.5.4.4. Kadar *Amnlaevulinic Acid* (ALA)

Seperti *protoporphyrin*, sirkulasi level pengeluaran ALA lebih tepat disebut sebagai “efek berkelanjutan”. Naiknya level senyawa ini sangat penting karena jika kadar ALA meningkat disebabkan oleh timbal, maka ada kemungkinan akan timbul masalah pada sistem saraf. Timbal menurunkan level *haem* bebas yang kemudian meningkatkan *ALA synthase*. Efek langsung muncul begitu level ALAD menurun akibat peningkatan level ALA di dalam darah, yang kemudian ikut keluar

melalui urine. Sejumlah studi menyebutkan bahwa level plasma ALA akan meningkat seiring dengan peningkatan level timbal. Studi lain menyebutkan adanya korelasi langsung antara level PbB dengan ALA dalam urine, dan menunjukkan adanya efek permulaan pada level 1,02  $\mu\text{mol/liter}$  pada subyek dengan profesi rentan ekspose. Roels (1976) melaporkan bahwa rentang level PbB dari 0,24 – 1,92  $\mu\text{mol/liter}$  (5 – 40  $\mu\text{g/dl}$ ) pada anak-anak tidak menunjukkan adanya ALA pada urine. Data yang diperoleh dari 39 laki-laki dan 36 wanita pada populasi umum menunjukkan bahwa peningkatan pengeluaran ALA melalui urine, terjadi pada level PbB > 1,68  $\mu\text{mol/liter}$  (35  $\mu\text{g/dl}$ ) pada wanita dan > 2,16  $\mu\text{mol/liter}$  (45  $\mu\text{g/dl}$ ) pada laki-laki. Artinya, sensitivitas terhadap ekspos timbal berbeda-beda dengan urutan : anak-anak  $\geq$  wanita  $\geq$  laki-laki.<sup>36</sup>

#### 2.2.5.4.5. Kadar *Aminolaevulinic Acid Synthase (ALAS)*

Level *Aminolaevulinic Acid Synthase (ALAS)* ditentukan berdasarkan mekanisme *feed back* yang tergantung pada level *haem*. Hanya sedikit studi tentang serum ALAS, sehingga sulit menentukan tingkat efek timbal.<sup>36</sup>

#### 2.2.6. Pengukuran Paparan Timbal

Beberapa penelitian menunjukkan pengukuran pada sampel yang terpajan memberikan keuntungan lebih banyak daripada pengukuran pada lingkungan yang terpajan timbal.<sup>1</sup> Kadar timbal dalam tubuh manusia dapat diukur melalui beberapa cara, yaitu :<sup>38</sup>

##### 2.2.6. 1. Kadar Zinc Protoporphyrin Eritrosit (ZPP)

Saat ini, pemeriksaan awal (*screening test*) terhadap populasi yang berisiko tanpa tanda-tanda keracunan adalah pemeriksaan ZPP ini. Nilai normal ZPP biasanya < 35  $\mu\text{g/dl}$ . Tingginya kadar *protoporphyrin* dalam darah adalah akibat dari tidak berfungsinya enzim  *$\delta$ -amino-levulinat dehidratase (ALAD)* dalam eritrosit. Kekurangan metode ini sebagai pemeriksaan awal adalah karena tidak terlalu sensitif

untuk kadar timbal yang rendah. Data dari *Second US National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES II)* menunjukkan 58% dari 118 anak dengan kadar timbal  $> 30 \mu\text{g/dl}$ , kadar *protoporphyrin* eritrositnya berada pada batas normal. Penelitian ini menunjukkan bahwa keracunan timbal akan terabaikan jika hanya dilakukan pemeriksaan ZPP sebagai pemeriksaan awal.

### 2.2.6.2. Kadar Blood Urea Nitrogen (BUN), Kreatinin dan Urinalisa

Parameter ini digunakan untuk mengetahui efek timbal terhadap fungsi ginjal, yang pada orang dewasa juga dapat dinilai dengan pengukuran asam urat.

### 2.2.6.3. Kadar Timbal Dalam Darah

Pemeriksaan kadar timbal dalam darah merupakan jenis diagnosis yang sangat berguna untuk menilai pajanan timbal. Untuk pajanan kronik, adanya timbal dalam darah merupakan indikator yang secara umum telah digunakan untuk mengetahui terjadinya pajanan timbal. Kadar timbal dalam darah merupakan petunjuk langsung seberapa banyak timbal yang telah masuk ke dalam tubuh manusia yang terpajan.<sup>9</sup> Timbal dalam darah hanya mempresentasikan pajanan yang baru saja terjadi, tidak menggambarkan pajanan lama yang bisa jadi lebih tinggi kadarnya.<sup>10</sup>

Pengukuran kadar timbal dalam darah dapat dilakukan dengan menggunakan alat *AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer)*. Alat ini telah lama dipakai karena mudah digunakan dan hasil dapat diperoleh secara cepat. Selain itu, *AAS* menggunakan pendekatan di mana ukuran dapat diturunkan dari milimeter ke mikroliter tanpa mengurangi tingkat sensitivitasnya. Keuntungan lainnya adalah, panas yang terdapat pada alat tersebut dapat digunakan untuk menguapkan sampel dengan cepat, yang untuk selanjutnya dianalisis dengan spektrofotometri.<sup>9</sup>

Penelitian yang dilakukan pada pekerja yang tidak terpajan menunjukkan rata-rata timbal dalam darah antara  $10\text{-}25 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$ . Hasil penelitian tersebut juga menunjukkan laki-laki mempunyai kadar timbal dalam darah lebih tinggi daripada wanita. Hal ini disebabkan karena laki-laki memiliki hematokrit lebih tinggi dan mengkonsumsi makanan lebih banyak daripada wanita. Peningkatan kadar timbal dalam darah juga lebih tinggi pada orang yang merokok dan peminum alkohol.<sup>9</sup>

Uji hematologis lain didasarkan pada penetapan luasnya kerusakan darah akibat pajanan timbal. Absorpsi timbal yang meningkat menyebabkan : (1)

Penurunan kandungan hemoglobin, (2) Penurunan jumlah dan pemendekan masa hidup eritrosit, (3) Peningkatan jumlah retikulosit (eritrosit muda), (4) Peningkatan jumlah eritrosit berbintik basofilik. Jadi, walaupun tidak spesifik, pemeriksaan darah untuk mendeteksi efek-efek tersebut dapat digunakan untuk mengetahui lamanya pajanan timbal dan intensitas efek yang merugikan.<sup>36</sup>

### 2.2.7. Dampak Timbal Pada Kesehatan

Timbal mempunyai sifat persisten di dalam tubuh manusia dan memiliki sifat neurotoksik, karsinogenik, mengganggu sistem saraf pusat, fungsi ginjal dan pertumbuhan tulang. Bahkan pada anak-anak dapat menurunkan tingkat kecerdasan (IQ). Pekerjaan yang sangat rentan terpajan timbal adalah mereka yang bekerja di peleburan dan pembuatan baterai, tukang kerik cat, tukang cat, perajin pot, pekerja industri keramik, pekerja pengecoran logam, tukang patri dan pencampur bahan bakar bensin. Studi toksisitas Timbal menunjukkan bahwa kandungan Timbal dalam darah sebanyak 100 mikrogram/l dianggap sebagai tingkat aktif (level action) berdampak pada gangguan perkembangan dan penyimpangan perilaku. Kandungan Timbal 450 mikrogram/l membutuhkan perawatan segera dalam waktu 48 jam. Kandungan Timbal lebih dari 700 mikrogram/l menyebabkan kondisi gawat secara medis.<sup>36</sup>

Gejala klinis akibat terpapar Pb yang timbul akan berbeda, tergantung dari sifat pajanan :

#### 2.2.7.1. Efek Akut

Pajanan yang sifatnya akut dapat mengakibatkan kematian anak-anak jika kadar timbal dalam darah > 125  $\mu\text{g}/\text{dl}$ . Kerusakan otak dan gagal ginjal akan terjadi jika kadar timbal dalam darah sekitar 100  $\mu\text{g}/\text{dl}$  pada orang dewasa dan 80  $\mu\text{g}/\text{dl}$  pada anak-anak. Gejala lain akibat pajanan akut adalah gangguan sistem pencernaan seperti kolik yang biasanya diawali dengan sembelit, mual, muntah-muntah yang akan terjadi jika kadar timbal dalam darah 60  $\mu\text{g}/\text{dl}$ . Kadar Pb dalam darah antara 10 – 20  $\mu\text{g}/\text{dl}$  menyebabkan peningkatan tekanan darah sistolik dan penurunan daya dengar, kadar 30 – 40  $\mu\text{g}/\text{dl}$  menyebabkan hipertensi dan kadar 40 – 50  $\mu\text{g}/\text{dl}$  memunculkan keluhan neuropati, kelelahan otot, sakit kepala dan nyeri perut.<sup>39</sup>

### 2.2.7.2. Efek Kronis

Kelelahan, kelesuan, iritabilitas dan gangguan *gastrointestinal* merupakan tanda awal dari *intoksikasi* Pb secara kronis. Gejala anemia pada orang dewasa terjadi pada kadar timbal dalam darah sekitar 50 - 80  $\mu\text{g}/\text{dl}$ , sedangkan pada anak-anak sekitar 40 - 70  $\mu\text{g}/\text{dl}$ . Timbal juga memberi dampak pada sistem saraf pusat bila kadar timbal dalam darah sekitar 40 - 60  $\mu\text{g}/\text{dl}$ , serta gejala ringan pada sistem saraf perifer bila kadar timbal dalam darah 30 - 40  $\mu\text{g}/\text{dl}$ . Gejala lainnya adalah kehilangan *libido*, *infertilitas* pada laki-laki, gangguan menstruasi, serta aborsi spontan pada wanita. Anak-anak adalah kelompok yang sangat rentan terhadap dampak pajana timbal pada sistem saraf. Beberapa penelitian membuktikan bahwa kadar timbal dalam darah sekitar 10 - 30  $\mu\text{g}/\text{dl}$  atau lebih rendah lagi sudah dapat mengakibatkan gangguan pendengaran dan pertumbuhan.<sup>39</sup>

### 2.2.7.3. Dampak Timbal Pada Sistem Hematopoietik

Sistem hematopoietik sangat peka terhadap timbal. Kira-kira 95% timbal dalam darah diikat oleh sel darah merah. Komponen utama hemoglobin adalah hem. Hem disintesis dari glisin dan suksinil koenzim A (KoA), dengan piridoksal fosfat sebagai kofaktor. Setelah beberapa langkah, zat ini akhirnya bergabung dengan besi untuk membentuk hem. Langkah awal dan akhir terjadi dalam mitokondria, sedangkan langkah antara terjadi di sitoplasma. Di antara sejumlah enzim yang terlibat dalam langkah-langkah ini, ada lima enzim yang rentan terhadap efek penghambatan yang disebabkan oleh timbal. Asam  $\delta$ -amino-levulinat dehidratase (ALAD) dan hem sintese (HS) adalah yang paling rentan, sementara asam  $\delta$ -amino-levulinat sintetase (ALAS), uroporfirinogen dekarboksilase (UROD), dan koproporfirinogen oksidase (COPRO-O) tidak begitu peka terhadap penghambatan timbal. Hanya ada 2 enzim yang dipengaruhi yaitu porforobilinogen deaminase dan uroporfirinogen kosintetase.<sup>40</sup>

### 2.2.7.4. Dampak Timbal Pada Sistem Saraf

Susunan saraf juga merupakan organ sasaran utama timbal. Kelainan menonjol pada sistem saraf, berupa kelambanan dalam bertindak, gangguan psikomotor, gangguan intelegensi ringan serta perubahan kepribadian. Sedangkan bentuk alkil timbal menyebabkan bentuk khusus kelainan dalam susunan saraf pusat, dengan

manifestasi antara lain insomnia, mimpi-mimpi buruk, dan pada kasus yang berat bisa berupa skizofrenik.

Pada tingkat pajanan tinggi (kadar Pb darah  $> 80 \mu\text{g/dl}$ ), dapat terjadi kerusakan pada arteriol dan kapiler yang mengakibatkan edema otak yang nyata, sehingga girus otak jadi mendatar dan sulkus menjadi sempit. Tekanan cairan serebrospinal meningkat, degenerasi neuron, dan perkembang-biakan sel glia. Secara klinis keadaan berupa ataksia, stupor, koma, dan kejang-kejang. Pada anak-anak, sindroma klinis ini sudah dapat terjadi pada kadar Pb darah sebesar  $70 \mu\text{g/dl}$ . Pada kadar yang lebih rendah ( $40\text{-}50 \mu\text{g/dl}$ ), anak-anak dapat menunjukkan hiperaktivitas, berkurangnya rentang perhatian, dan skor IQ sedikit menurun, yang menyebabkan gangguan kemampuan belajar. Juga terdapat gangguan perkembangan psikomotorik, kebutaan dan pada kasus berat akan terjadi psikosis dan koma. Defek-defek tersebut biasanya menetap.<sup>40</sup>

Pada orang dewasa, defek pada sistem saraf pusat jarang terjadi, namun lebih berupa neuropati perifer, terutama pada persarafan motorik otot-otot yang sering digunakan, yang ditandai dengan *wrist drop* dan *foot drop*.<sup>35</sup>

### 2.2.8. Tindakan Pencegahan Terhadap Pajanan Timbal

Tujuan dari pencegahan adalah untuk mencegah terhirupnya timbal dan tertelannya timbal. Pekerja yang terpajan timbal dalam bentuk apapun harus dilengkapi dengan Alat Pelindung Diri (APD). Perlengkapan seperti masker atau respirator harus disediakan dan dipelihara dengan baik.<sup>33</sup> Pekerja yang atau mungkin terpajan timbal pada konsentrasi  $> 30 \mu\text{g/m}^3$  tanpa menggunakan APD seperti masker atau respirator dalam menjalankan tugasnya  $> 30$  hari/tahun wajib melakukan pemeriksaan kesehatan secara berkala dan juga dilakukan monitoring udara di lingkungan kerjanya.<sup>41</sup>

Secara garis besarnya pencegahan berupa kebersihan perorangan, kebersihan lingkungan kerja, pemeriksaan kesehatan berkala dan pendidikan kesehatan kepada pekerja. Pemberian menu makanan yang mengandung kalsium tinggi pernah dianjurkan kepada pekerja, berupa minum susu secara teratur, namun sesungguhnya susu tidak mempunyai nilai pencegahan langsung, melainkan hanya untuk memperbaiki gizi tubuhnya. Upaya pencegahan yang lain berupa memisahkan

pakaian kerja dengan pakaian selepas kerja, mencuci tangan, serta tidak merokok atau makan di tempat kerja.<sup>42</sup>

### 2.2.9. Standar Kadar Timbal

Standar kadar timbal dalam darah menurut BEI/ACGIH tahun 2008 adalah 30  $\mu\text{g}/100\text{ml}$ , dan 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  untuk konsentrasi di udara. Sementara itu, batas normal yang diizinkan ada dalam tubuh manusia adalah  $\leq 15 \mu\text{g}/100\text{ml}$ . Bagi pekerja yang tidak menggunakan respirator, nilai ambang batas yang diperkenankan adalah  $\leq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  di udara dalam rata-rata 8 jam kerja/hari. Standar ini dikenal sebagai *action level*. *Permissible Exposure Limit (PEL)* atau Batas Paparan yang diizinkan adalah  $\leq 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  di udara dalam rata-rata 8 jam kerja/hari dan 40 jam kerja/minggu. Jika pekerja terpajan timbal  $> 8$  jam dalam beberapa hari kerja, PEL tersebut dikenal sebagai *Time Weight Average (TWA)* untuk hari itu, harus diturunkan sesuai dengan rumus:<sup>41</sup>

Batas maksimum yang diperkenankan ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) = 400 dibagi jam kerja dalam sehari

### 2.2.10. Kebijakan Penghapusan Bensin Dengan Timbal

Sadar akan banyaknya bahaya yang dapat ditimbulkan Timbal (Pb), para peneliti di dunia berlomba-lomba mendesak pemerintahnya agar menghapus bensin bertimbal. Tentu saja dengan disertai pembenahan sistem transportasi kota agar tidak terjadi kemacetan yang kian parah. Hasilnya, kini telah semakin banyak negara di dunia menghilangkan timah hitam dari bahan bakar yang dipakai di wilayahnya. Demikian pula di Indonesia, pelaksanaan PP No 41/99 tentang pengendalian pencemaran udara yang diperkuat dengan Kepmen LH No 141/2003 tentang ambang batas emisi kendaraan bermotor tipe baru yang sedang diproduksi, diharapkan bisa mencegah dampak timbal tersebut. Implementasi dari PP dan Kepmen tersebut dimulai dengan penghapusan kadar timbal bensin di beberapa kota sejak tahun 2001, yaitu di Jabodetabek (Jakarta, Bogor, Bekasi, Tangerang, dan Depok), Batam, Bali, dan Cirebon.<sup>43</sup>

Namun belum semua kilang dapat memproduksi bensin tanpa timbal. Untuk tahap pertama, Balongan dan Cilacap yang akan memproduksi bensin tanpa timbal mulai tahun 2001 (Balongan) dan 2005 (Cilacap), sehingga kemungkinan produksi

bensin tanpa timbal di Indonesia hingga tahun 2005 hanya sekitar 70-80 %. Padahal, Amerika Serikat dan negara-negara Eropa sudah menghapuskan timbal pada bensin sejak awal 1980-an. Singapura dan Malaysia sudah menghilangkan timbal pada 1990, serta Thailand dan Filipina menyusul setahun kemudian.<sup>43</sup>

Dampak dari kebijakan di atas cukup menggembirakan. Hasil penelitian Pusat Penelitian Kesehatan Universitas Indonesia (PPKUT) pada Januari-Maret 2005 mengenai dampak bahan bakar bensin bertimbal atau *plumbum* (Pb) pada anak-anak sekolah dasar (SD) di Jakarta menunjukkan telah terjadi penurunan kadar Pb di dalam darah mereka dibandingkan penelitian sebelumnya. Dari 162 siswa SD yang dijadikan sampel, hanya 1,3% anak yang kandungan Pb dalam darahnya di atas 10 mg/dl dengan rata-rata 4,2 mg/dl. Padahal penelitian dengan objek yang sama (murid SD) oleh *Centre for Disease Control and Prevention* (CDC) pada tahun 2001 saat itu menunjukkan, 35% siswa SD kandungan Pb dalam darahnya di atas ambang batas sebesar 10 mikrogram per desiliter (mg/dl) dengan rata-rata 8,6 mg/dl.<sup>43</sup>

Pada tahun 2003, Menteri Lingkungan Hidup mengeluarkan Surat Keputusan Nomor 141 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Emisi Kendaraan Tipe Baru. Dalam keputusan itu dinyatakan, mulai Januari 2005 setiap kendaraan dengan tipe baru wajib mematuhi standar emisi EURO 2. Sedangkan tipe lama yang sudah terjual diberi kesempatan melakukan penyesuaian hingga 2007. Dengan demikian, mulai tahun 2007 setiap kendaraan yang dijual di Indonesia harus memenuhi standar EURO 2.<sup>1</sup>

Sebenarnya, regulasi ramah lingkungan untuk menekan bahan pencemar udara itu disepakati negara-negara Eropa sejak 1991, dengan kesepakatan EURO 1. Selanjutnya, pada 1996, mereka melangkah ke kesepakatan EURO 2 dengan menekan emisi gas buang kendaraan bermotor hingga 30%. Jika tidak segera melaksanakan ketentuan EURO 2, Indonesia akan semakin tertinggal karena negara lain sudah melangkah ke ketentuan EURO 3 yang dibuat tahun 2000, dengan pengurangan emisi partikel debu sampai di bawah 20%. Berikutnya, mereka akan menyongsong ketentuan EURO 4, dengan target emisi partikel menjadi di bawah 10%. Ketentuan EURO dilaksanakan dengan melakukan perbaikan mutu bahan bakar dan teknologi mesin kendaraan. Di negara-negara yang sudah menghapus bensin bertimbal, mesin kendaraan dilengkapi peranti bernama *catalytic converter*. Alat ini berfungsi menyaring gas-gas pencemar hasil pembakaran, sehingga asap yang keluar dari knalpot sudah ramah lingkungan.<sup>1</sup>

Secara umum, ada empat hal yang harus menjadi fokus perhatian pemerintah dalam pengurangan dampak emisi kendaraan bermotor. Pertama, penerapan standar emisi kendaraan yang lebih ketat. Kedua, meningkatkan kualitas bahan bakar yang ramah lingkungan. Ketiga, peningkatan upaya perawatan kendaraan, dan keempat penataan transportasi. Kerugian akibat pencemaran polusi timbal dikatakan dua kali lipat dibanding biaya yang harus dikeluarkan untuk memberlakukan pemakaian bensin tanpa timbal.<sup>43</sup>

### 2.3. Penelitian Sejenis

Tabel 2.5 Penelitian Sejenis Prevalensi Hipertensi dan Faktor Risiko (Tahun 2002 – 2007)

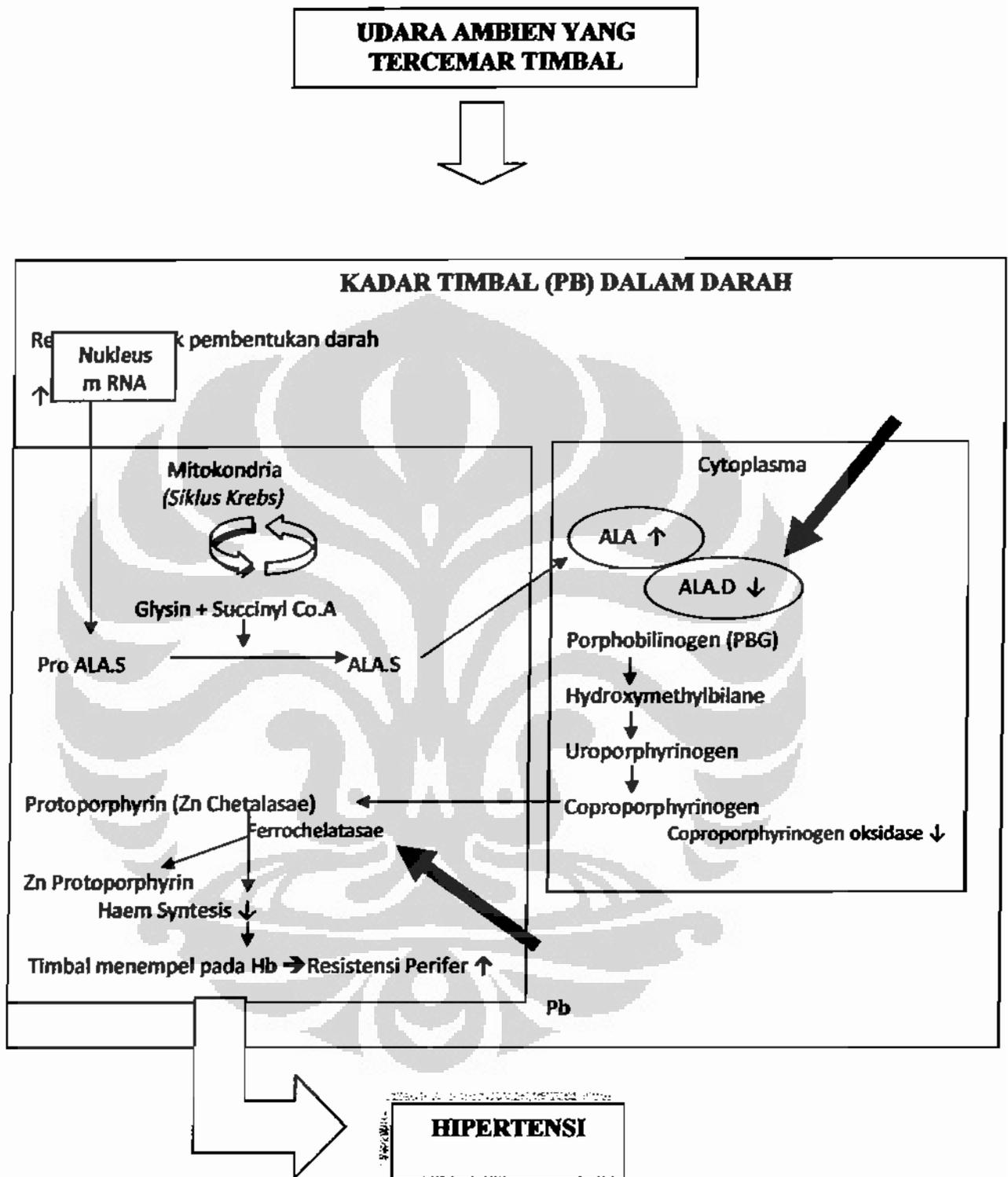
No	Peneliti	Judul Penelitian	Rancangan Penelitian	Hasil
1	Riyadina (2002) <sup>44</sup>	Faktor-faktor Risiko Hipertensi pada operator pompa bensin (SPBU) di Jakarta	<i>Cross sectional</i> , operator SPBU dari 10 SPBU di Jakarta	Kadar Timbal (Pb) dalam darah >5µg/dl berisiko hipertensi 6 kali lebih besar (95% CI : 1.2205-31.89)
2	Bharucha & Kuruvilla (2003) <sup>14</sup>	Prevalensi, kesadaran dan komplikasi hipertensi guna pengobatan dan pengendalian hipertensi	<i>Cross sectional</i> , 2879 penduduk usia ≥ 20 tahun di Bombai, India	Prevalensi Hipertensi sebesar 36.4% pada kelompok usia ≥ 20 tahun
3	Miswar (2004) <sup>17</sup>	Faktor-faktor Risiko terjadinya Hipertensi Esensial di Kabupaten Klaten	<i>Case Control</i> , penderita hipertensi baru di RSUP Dr. Soeradji & RSU Islam Klaten, umur 20 – 60 tahun	Obesitas, merokok, alkohol, riwayat keluarga, asupan garam, dan stress secara signifikan berhubungan dengan terjadinya hipertensi esensial

- |                                       |  |  |  |
|---------------------------------------|--|--|--|
| 4 Rahman S et al (2006) <sup>45</sup> | Paparan Pb di luar ruangan dengan kejadian hipertensi di Pakistan              | <i>Cross sectional</i> , orang dewasa umur 22-57 tahun di Pakistan                   | Rata-rata kadar timbal dalam darah pada kelompok sehat 13,9 µg/dL, sedangkan pada kelompok hipertensi sebesar 25,5 µg/dL. Tingginya kadar timbal dalam darah mempengaruhi peningkatan tekanan sistolik dan diastolik |
| 5 Fenga C, et al (2006) <sup>46</sup> | Paparan Pb di tempat kerja dengan peningkatan tekanan darah                    | <i>Cross sectional</i> , 27 pekerja di gudang penyimpanan baterai di Messina, Italia | Pekerja yang terpajan kadar timbal tinggi menunjukkan tekanan darah sistolik dan diastolik lebih tinggi dibanding pekerja yang terpajan kadar timbal rendah  |
| 6 Pasorong (2007) <sup>8</sup>        | Hubungan antara kadar Pb dan Hipertensi pada Polisi Lalu Lintas di Kota Manado | <i>Cross sectional</i> , 96 polantas dan 96 polisi yang bekerja di kantor, Manado    | Kadar Pb dalam darah berhubungan secara bermakna dengan terjadinya Hipertensi Polisi dengan kadar Pb dalam darah $\geq$ 6,27 µg/dL memiliki risiko 7,42 kali lebih tinggi mengalami hipertensi                       |

## 2.4. Hubungan Timbal Dan Hipertensi

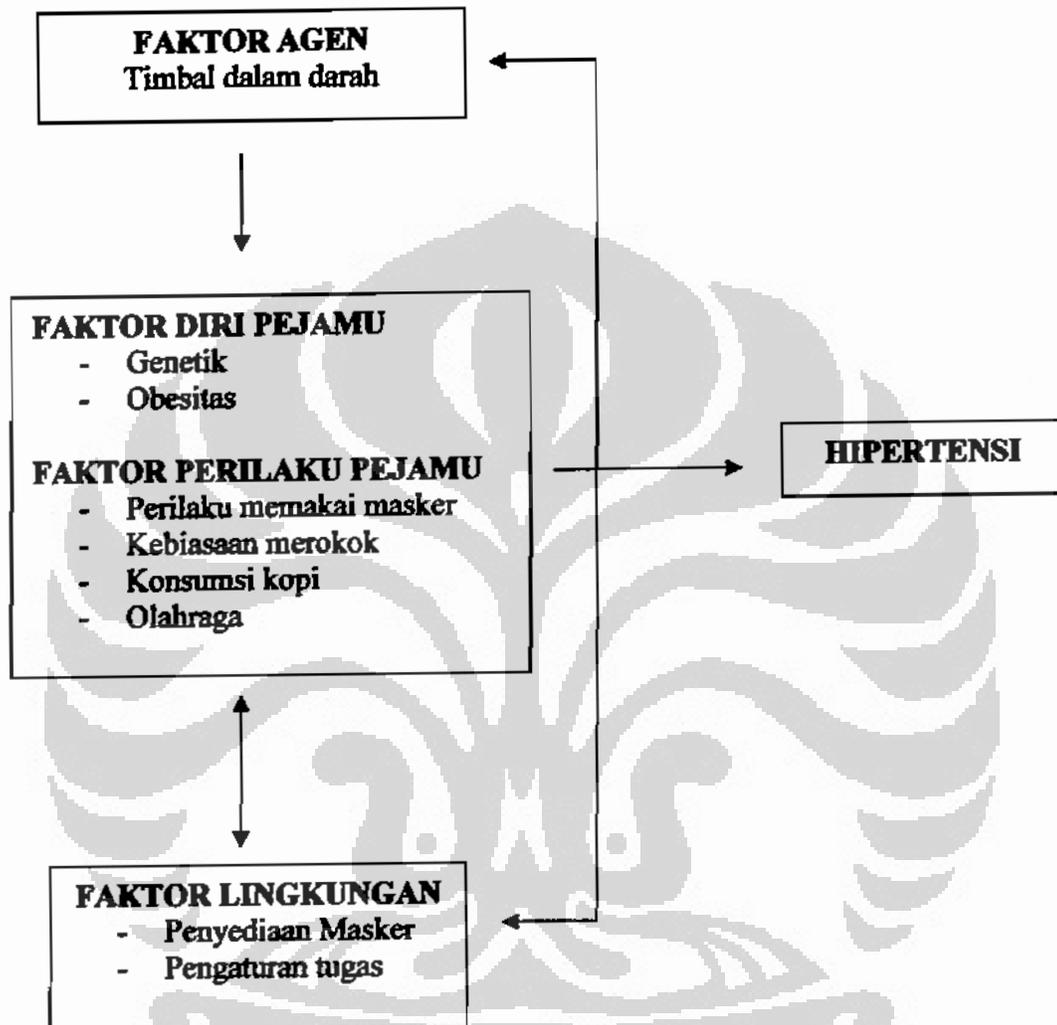
1. Beberapa studi epidemiologi telah membuktikan adanya hubungan antara kadar Pb dalam darah dengan kejadian hipertensi. Pekerja di gudang penyimpanan baterai yang terpajan kadar timbal tinggi menunjukkan tekanan darah sistolik dan diastolik yang lebih tinggi dibanding pekerja yang terpajan kadar timbal rendah.<sup>46</sup> Studi epidemiologi pada orang dewasa 22 – 57 tahun di Pakistan mengungkapkan, rata-rata kadar timbal dalam darah pada kelompok yang sehat adalah 13,9 µg/dL, sedangkan pada kelompok hipertensi sebesar 25,5 µg/dL. Hal ini menunjukkan bahwa tingginya kadar timbal dalam darah hubungannya dengan peningkatan tekanan sistolik dan diastolik.<sup>45</sup> Penelitian lain menyebutkan, kadar Timbal (Pb) dalam darah yang tinggi (>5µg/dl) berisiko hipertensi 6 kali (95% CI : 1,2205-31,89) lebih besar dibandingkan kadar rendah.<sup>44</sup> Penelitian pada polantas di Manado menunjukkan kadar Pb dalam darah berhubungan secara bermakna dengan terjadinya Hipertensi Polisi dengan kadar Pb dalam darah  $\geq 6,27$  µg/dL memiliki risiko 7,42 kali lebih tinggi mengalami hipertensi.<sup>8</sup>
2. Timbal terbukti dapat mempengaruhi reaksi beberapa enzim yang diperlukan untuk *haem synthesis*. Timbal menghambat 3 enzim dalam proses biosintesis, yaitu *5-Aminolaevulinate Dehydratase (ALAD)*, *Coproporphyrinogen Oxidase (CORPRO-O)*, dan *Ferrochelatase (FERRO-C)*. Akibatnya, terjadi peningkatan sirkulasi *Protoporphyrin* yang biasanya terikat pada Zinc (Zn) menjadi *Zn Protoporphyrin*. Di dalam sel darah merah, akan terjadi penurunan *haem synthesis*, timbal kemudian menempel pada haemoglobin, sehingga menurunkan kemampuan darah mengikat oksigen, mengakibatkan besarnya curah jantung sehingga terjadi peningkatan tekanan darah sistolik, serta menyebabkan besarnya resistensi perifer sehingga terjadi peningkatan tekanan darah diastolik, yang pada akhirnya menimbulkan hipertensi.<sup>39</sup>

## 2.5. Kerangka Teori



Gambar 3 Kerangka Teori

## 2.6. Kerangka Konsep



Gambar – 4 Kerangka Konsep

## 2.7. Profil Polres Jakarta Barat

Wilayah Kepolisian Negara Republik Indonesia Resort Metro Jakarta Barat (Polres Metro Jakarta Barat) yang merupakan salah satu dari 5 Polres yang berada di jajaran institusi Kepolisian Daerah Khusus Ibu Kota Jakarta. Polres Metro Jakarta Barat terbagi atas delapan Kepolisian Negara Sektor, yang disingkat dengan Polsek, yaitu : 1.Polsek Tambora, 2.Polsek Tanjung Duren, 3.Polsek Kalideres, 4.Polsek Cengkareng, 5.Polsek Palmerah, 6.Polsek Kembangan, 7. Polsek Kebon Jeruk, dan 8.Polsek Taman Sari. Polsek adalah ujung tombak operasional kepolisian, merupakan kesatuan kepolisian terdepan yang melaksanakan dan memberikan pelayanan kepolisian kepada masyarakat, terus menerus sepanjang waktu. <sup>47</sup>

Program Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) yang dijalankan di Polres Jakarta Barat :

- Pemeriksaan Pra Kerja yang dilaksanakan sebelum masuk kepolisian atau yang dikenal dengan kesmapta jasmani yang meliputi tes fisik, pemeriksaan laboratorium darah dan urin, pemeriksaan fisik, pemeriksaan gigi, pemeriksaan EKG, thorax foto, tes narkoba, psikotest dan tes potensi akademik.
- Pemeriksaan berkala dilakukan satu tahun sekali yang meliputi pemeriksaan fisik, pemeriksaan laboratorium darah dan urin, pemeriksaan gigi dan foto toraks.
- Penyediaan alat pelindung diri (APD) berupa masker jenis *Military Police Biker* di satuan kerja masing-masing dan setiap satu bulan sekali diganti dengan yang baru.
- Penyelenggaraan pelatihan, antara lain program tanggap darurat, penanggulangan bencana, pengendalian masa, satuan dan koordinasi, pelaksanaan identifikasi dan forensik yang diadakan satu tahun sekali secara bergantian. Pelatihan yang berkaitan dengan kesehatan dan keselamatan kerja adalah program tanggap darurat. <sup>47</sup>

Satuan tugas yang banyak terpapar polusi udara akibat emisi gas buang kendaraan bermotor adalah polisi yang sehari-hari bertugas di jalan yaitu dari satuan kerja samapta dan lintas. Tugas dan wewenang samapta adalah membantu pengaturan lalu lintas, menyelenggarakan dan membina fungsi kesamaptaaan kepolisian yang meliputi kegiatan-kegiatan patroli antar wilayah, bantuan satwa, pengamanan unjuk rasa dan pengendalian masa. Sedangkan tugas dan wewenang lintas adalah menyelenggarakan dan membina fungsi lalu lintas kepolisian yang meliputi penjagaan, pengaturan, pengawalan dan patroli, pendidikan masyarakat dan rekayasa lalu lintas, registrasi dan identifikasi

pengemudi/kendaraan bermotor, penyediaan kecelakaan lalu lintas dan menegakkan hukum dalam bidang lalu lintas, guna memelihara ketertiban dan kelancaran lalu lintas. Samapta dan lantast dibagi menjadi 3 *shift*, dimana masing-masing *shift* bekerja selama sekitar 8 jam sehari di jalan. Samapta dan lantast tidak hanya bertugas mengatur lalu lintas di jalan, sesekali mereka berkeliling atau berpatroli menggunakan kendaraan dinas setiap harinya selama kurang lebih 2 jam. Waktu istirahat yang digunakan disesuaikan pada masing-masing *shift*, untuk *shift* 1 waktu istirahat pada jam 12.00-13.00 siang dan untuk *shift* 2 pada jam 00.00-01.00 malam. Jadwal istirahat ini tidak mutlak disesuaikan dengan keadaan dan biasanya dilakukan secara bergiliran. Lama dinas yang diterapkan di kepolisian menggunakan sistem *rolling* disesuaikan dengan kebutuhan personel di masing-masing satuan kerja, tetapi biasanya mereka tetap bertugas di satuan yang sama selama bertahun-tahun. Setiap pagi jam 07.00 diadakan apel siaga yang diawali dengan olahraga senam selama 30 menit yang wajib diikuti oleh setiap anggota POLRI di wilayah kerja Polres Jakarta Barat.<sup>47</sup>



## BAB 3 METODE PENELITIAN

### 3.1. Disain Penelitian

Disain yang digunakan pada penelitian ini adalah studi *cross sectional*, karena semua data dikumpulkan pada satu saat, tapi dianalisa secara *case control* yang dimulai dari mencari kasus hipertensi (kasus) dan bukan kasus hipertensi (kontrol) pada polisi yang bertugas di jalan wilayah kerja Polres Jakarta Barat. Kemudian, baik pada kelompok kasus maupun kelompok kontrol, dicari faktor risiko, yaitu kadar timbal darah  $\geq 18 \mu\text{g/dl}$ . Karena sebaran data penelitian tidak normal, peneliti menggunakan nilai median sebagai *cut of point*. Juga dicari hubungan antara faktor-faktor obesitas, riwayat keluarga hipertensi, kebiasaan merokok, konsumsi kopi, perilaku memakai masker dan olahraga dengan terjadinya hipertensi pada polisi yang bertugas di jalan wilayah kerja Polres Jakarta Barat.

### 3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di wilayah Kepolisian Negara Republik Indonesia Resort Metro Jakarta Barat (Polres Metro Jakarta Barat) yang merupakan salah satu dari 5 Polres yang berada di jajaran institusi Kepolisian Daerah Khusus Ibu Kota Jakarta. Pengumpulan data dilakukan pada bulan Mei 2008.

### 3.3. Populasi Penelitian

Populasi penelitian adalah polisi laki-laki yang bertugas di jalan, yaitu berasal dari Satuan Samapta dan Satuan Lantas di wilayah kerja Polres Metro Jakarta Barat yang jumlahnya 495 orang, seperti tampak pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Jumlah Personil POLRI Laki-laki yang Bertugas Di Jalan di Lingkungan Polres Metro Jakbar Mei 2008

No	SATUAN KERJA	JUMLAH
1	Polres Metro Jakbar	194
2	8 Polsek di Lingkungan Polres Metro Jakbar	301
	JUMLAH	495

### 3.4. Sampel Penelitian

Sampel penelitian adalah polisi laki-laki yang bertugas di jalan wilayah kerja Polres Jakarta Barat, sesuai dengan kriteria inklusi sebagai berikut :

1. Laki-laki
2. Usia 25 – 55 tahun
3. Bertugas di jalan wilayah kerja Polres Jakarta Barat
4. Masa dinas : telah bertugas di jalan raya  $\geq 5$  tahun tanpa mutasi / rotasi

#### 3.4.1. Perhitungan Besar Sampel Minimal

Besar sampel dihitung sesuai rumus besar sampel minimal untuk penelitian kasus kontrol, dengan mempertimbangkan: <sup>48</sup>

1. Tingkat ukuran *Odd's Ratio (OR)* yang dianggap mempunyai arti klinis
2. Tingkat kepercayaan yang dipergunakan di dalam analisis, yang dinyatakan dengan simbol  $\alpha$
3. Tingkat kepekaan uji statistik yang dalam hal ini dinyatakan simbol  $\beta$

$$n = \frac{\left[ \frac{Z\alpha}{2} + Z\beta\sqrt{p \cdot q} \right]^2}{p - \frac{1}{2}}$$

$$P = \frac{r}{1+r}$$

$$P = \frac{3}{1+3}$$

$$= \frac{3}{4}$$

$$q = 1 - p$$

$$n = \frac{\left[ \frac{1.96}{2} + 0.842 \sqrt{\frac{3}{4} \times \frac{1}{4}} \right]^2}{\frac{3}{4} - \frac{1}{2}}$$

$$n = \frac{\left[ 0.98 + 0.842 \sqrt{\frac{3}{16}} \right]^2}{\frac{1}{4}}$$

$$n = \frac{[0.98 + 0.842 \times 0.433]^2}{0.25}$$

$$n = \frac{[0.98 + 0.365]^2}{0.25}$$

$$= (5.378)^2$$

$$= 29 \rightarrow 30$$

dimana :

n = besar sampel minimal

R = *Relative Risk* yang dianggap mempunyai arti klinis, yaitu sebesar 3 kali

Z $\alpha$  = relative deviate tingkat  $\alpha$  0.05 = 1.96

Z $\beta$  = relative deviate tingkat  $\beta$  0.20 = 0.842

Maka dengan rumus tersebut didapatkan besar sampel minimal kasus yang harus diambil adalah = 30. Dalam penelitian ini, digunakan perbandingan antara kasus dan kontrol adalah 1 : 2, sehingga kontrol yang harus diambil adalah 60. Jadi jumlah sampel (kasus dan kontrol) yang harus diambil adalah 30 + 60 = 90. Jumlah kontrol yang diambil 2 kali lebih besar dari jumlah kasus adalah untuk meningkatkan presisi (*power of the test*). Dikatakan, kelipatan kontrol lebih dari 4 kali sudah tidak dapat meningkatkan presisi lagi.<sup>49</sup>

### 3.4.2. Cara Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan dengan cara mengundang seluruh populasi polisi yang bertugas di jalan wilayah Polres Jakarta Barat pada saat pemeriksaan kesehatan setelah apel akbar atas koordinasi kapolres. Dari populasi yang datang, diberikan instrumen skrining, dan ternyata yang memenuhi kriteria inklusi berjumlah 115 orang. Setelah diberi penjelasan tentang tujuan dan prosedur penelitian, ternyata semua bersedia mengikuti penelitian ini dan menandatangani *informed consent*. Kepada 115 orang ini dilakukan anamnesis, pemeriksaan fisik, tekanan darah dan timbal darah. Hasilnya menunjukkan 40 orang TDS  $\geq$  140 mmHg dan atau TDD  $\geq$  90 mmHg atau

sedang minum obat anti hipertensi, yang kemudian dimasukkan ke dalam kelompok kasus, dan 75 orang TDS < 140 mmHg dan atau TDD < 90 mmHg atau tidak sedang minum obat anti hipertensi, yang kemudian dimasukkan ke dalam kelompok kontrol. Karena jumlah kasus dan kontrol pada populasi ternyata melampaui besar sampel minimal yang telah ditentukan, maka dilakukan penarikan sampel dengan tehnik *simple random sampling* dengan cara undian, sehingga diperoleh 30 kasus dan 60 kontrol.

### 3.5. Kasus dan Kontrol

Kasus adalah polisi yang bertugas di jalan wilayah kerja Polres Jakarta Barat yang memenuhi kriteria inklusi dengan TDS  $\geq 140$  mmHg dan atau TDD  $\geq 90$  mmHg atau sedang minum obat anti hipertensi yang berjumlah 30 orang, sedangkan kontrol adalah polisi yang bertugas di jalan wilayah kerja Polres Jakarta Barat yang memenuhi kriteria inklusi dengan TDS < 140 mmHg dan atau TDD < 90 mmHg atau sedang minum obat anti hipertensi yang berjumlah 60 orang.

### 3.6. Cara Pengumpulan Data

Data penelitian dikumpulkan dengan beberapa cara, yaitu :

1. Wawancara dengan menggunakan kuesioner penelitian
2. Pengukuran Berat Badan dengan menggunakan timbangan skala 0 – 100 kg yang sudah ditera
3. Pengukuran Tinggi Badan dengan menggunakan *microtoise* berskala 0 – 200 cm
4. Pengukuran Tekanan Darah Sistolik dan Diastolik dengan menggunakan *Mercurial Sphygmomanometer* merek Nova dan Stetoskop merek Litman
5. Analisis kadar timbal dalam darah dengan menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometry*

### 3.7. Cara Pengolahan Data

Terhadap semua data yang berhasil dikumpulkan, dilakukan pengolahan data yang terdiri dari langkah-langkah editing, koding, perekaman dan validasi data.

### 3.8. Cara Analisis Data

Setelah tahap pengolahan data, dilakukan analisis data yang dimulai dengan analisis yang paling sederhana, yaitu analisis univariat, bivariat, kemudian multivariat dengan menggunakan program stata versi 6 dengan  $p < 0,05$ . Analisis univariat untuk melihat gambaran distribusi frekuensi dari semua variabel yang diamati, sedangkan analisis bivariat untuk melihat hubungan antara masing-masing variabel bebas dengan variabel terikat, dan analisis multivariat untuk melihat besarnya peranan variabel-variabel bebas yang bermakna terhadap terjadinya hipertensi pada polisi laki-laki yang bekerja di jalan wilayah kerja polsek Jakarta Barat. Variabel-variabel bebas dengan nilai  $p < 0,25$  disertakan untuk analisis multivariat.<sup>49,50</sup>

### 3.9. Identifikasi Variabel dan Definisi Operasional

#### 3.9.1. Identifikasi Variabel

1. Variabel terikat : Hipertensi
2. Variabel bebas :
  - a. Kadar timbal dalam darah
  - b. Perilaku memakai masker
  - c. Riwayat Genetik
  - d. Kebiasaan merokok
  - e. Konsumsi kopi
  - f. Obesitas
  - g. Olahraga

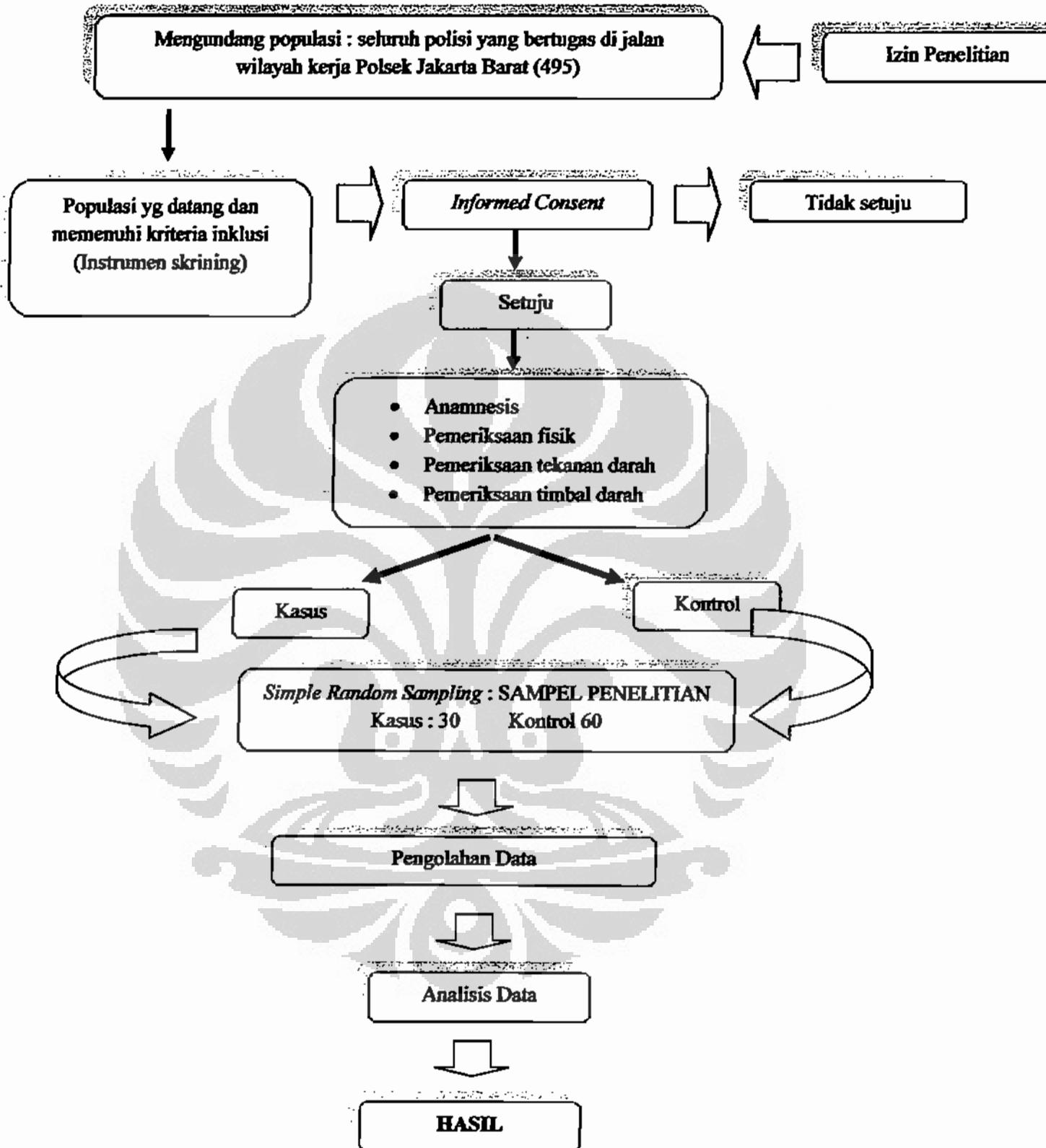
#### 3.9.2. Definisi Operasional

Tabel 3.2. Definisi Operasional Variabel Penelitian dan Kodifikasi

Variabel	Nama	Definisi Operasional	Kode Nilai
Hipertensi	HT	Pada saat pemeriksaan didapatkan TDS $\geq 140$ mmHg dan atau TDD $\geq 90$ mmHg atau sedang minum obat anti hipertensi	1 = HT 2 = Tidak HT
Timbal dalam darah	Pb	Konsentrasi timbal (Pb) di dalam darah responden yang dihitung berdasarkan satuan mikrogram per 100 ml darah	Kadar / 100 ml darah
Riwayat Hipertensi	Genetik	Dari wawancara didapatkan ayah / ibu / saudara kandung ada riwayat hipertensi	1 = Ada 2 = Tidak ada
Perilaku memakai	Pakai	Persepsi responden tentang perilakunya memakai	1 = Tidak pernah memakai

masker		masker yang disediakan oleh satuan kerja dalam menjalankan tugasnya sehari-hari di jalan, yang diketahui dari wawancara.	2 = Lebih sering tidak memakai 3 = Kadang-kadang memakai 4 = Selalu memakai
		Tidak pernah jika responden mengatakan sama sekali tidak pernah memakai masker waktu bertugas Sering tidak pakai jika responden mengatakan la lebih sering tidak memakai masker waktu bertugas Kadang-kadang jika responden mengatakan frekuensinya sama besar antara memakai dan tidak memakai masker Hampir selalu jika responden mengatakan frekuensi memakai masker lebih sering daripada tidak memakai Selalu memakai jika responden mengatakan la selalu memakai masker waktu bertugas	
Kebiasaan merokok	Rokok	Konsumsi rokok dalam sehari, yang dinyatakan dengan Indeks Brinkman, yaitu hasil perkalian lama merokok dalam tahun dengan jumlah batang rokok yang dihisap dalam sehari. Bukan perokok, bila tidak pernah merokok, sudah berhenti bila tadinya merokok namun pada saat pengumpulan data sudah tidak merokok lagi, meskipun baru satu hari Perokok ringan 1 – 200 Perokok sedang 201 – 600 Perokok berat > 600	1 = Perokok berat 2 = Perokok sedang 3 = Perokok ringan 4 = Sudah berhenti 5 = Bukan perokok
Konsumsi Kopi	Kopi	Kebiasaan responden minum kopi sehari-hari	1 = > 4 cangkir / hari (1 cangkir = 125 cc) 2 = ≤ 4 cangkir / hari (1 cangkir = 125 cc) 3 = Tidak / sudah berhenti
Obesitas	Obs	Indeks Massa Tubuh (IMT) yang merupakan hasil pengukuran berat badan (kg) dibagi kuadrat tinggi badan (m) dengan satuan kg/m <sup>2</sup>	IMT ≥ 25 : Obese IMT 23-24.9 : Overweight IMT 18.5-22.9 : Normal IMT < 18.5 : Underweight
Olahraga	OR	Kegiatan olah fisik yang dilakukan secara rutin minimal 3x seminggu selama 30 menit	1 = Kadang-kadang 2 = Ya

### 3.10. Alur Penelitian



Gambar 5 Alur Penelitian

### 3.11. Etika Penelitian

1. Subyek penelitian adalah orang yang bisa memutuskan apa yang ingin dilakukannya.
2. Subyek penelitian mengikuti penelitian secara sukarela, bebas dari paksaan dan imbalan materi
3. Peneliti memberikan penjelasan kepada subyek penelitian tentang tujuan penelitian, apa yang akan dilakukan dalam penelitian, hal-hal yang mungkin terjadi selama penelitian berlangsung, tindakan yang telah dipersiapkan seandainya terjadi hal yang tidak diinginkan.
4. Subyek penelitian menandatangani "*informed consent*" sebagai tanda ia menyetujui untuk mengikuti penelitian
5. Subyek penelitian diperbolehkan untuk tidak melanjutkan kapan saja dia menghendaki.
6. Semua informasi yang menyangkut subyek penelitian (sebagai individu) akan dirahasiakan
7. Prosedur penelitian tidak membahayakan subyek penelitian
8. Peneliti tidak melakukan plagiat, dan akan menyebutkan sumber kutipan secara jelas
9. Diperolehnya *Ethical clearance* atau lolos kaji etik dari Komisi Etik Penelitian Fakultas Kedokteran No 220/PT02.FK/ETIK/2009, tanggal 15 Juni 2009.

## BAB 4

### HASIL PENELITIAN

Seluruh polisi yang bertugas di jalan wilayah kerja Polsek Jakarta Barat yang berjumlah 495 orang diundang untuk melakukan pemeriksaan kesehatan berkala. Kepada mereka yang datang dibagikan instrumen skrining untuk diisi pada saat mereka mendaftarkan diri. Jumlah polisi yang memenuhi kriteria inklusi berjumlah 115 orang. Setelah diberi penjelasan tentang tujuan serta manfaat penelitian yang akan dilakukan, kepada mereka diberikan "Surat Pernyataan Persetujuan" untuk menjadi subyek penelitian ini. Ternyata semua menyatakan bersedia mengikutinya. Kepada 115 polisi ini dilakukan anamnesis, pemeriksaan fisik, pemeriksaan tekanan darah dan pemeriksaan timbal darah pada saat yang sama. Hasil anamnesis, pemeriksaan fisik dan tekanan darah menunjukkan ada 40 polisi dinyatakan menderita hipertensi dan 75 polisi tidak menderita hipertensi. Karena sebagai sampel penelitian hanya dibutuhkan 30 kasus (penderita hipertensi) dan 60 kontrol (bukan penderita hipertensi), dilakukan pengambilan sampel dengan cara *consecutive sampling* hingga diperoleh kasus dan kontrol sesuai jumlah yang ditentukan.

#### 4.1. Karakteristik Responden

Kasus pada penelitian ini adalah polisi yang bertugas di jalan wilayah kerja Polres Jakarta Barat, yang didiagnosis menderita hipertensi atau sedang minum obat anti hipertensi. Dari 30 kasus hipertensi, 21 orang (70%) menunjukkan tekanan darah sistolik di antara 140 – 159 mmHg dan atau diastolik 90-99 mmHg, sedangkan sisanya sebanyak 9 orang (30%) menunjukkan tekanan darah sistolik di antara > 160 mmHg dan atau diastolik > 100 mmHg.

Tabel 4.1. menunjukkan umur kasus terbanyak adalah kelompok umur 40 – 49 tahun, yaitu sebesar 43,3 %. Kondisi yang sama didapatkan pada kelompok kontrol, di mana sebaran terbanyak juga pada kelompok umur 40 – 49 tahun, yang nilainya persis sama, yaitu sebesar 43,3 %. Sebagian besar kasus (73,3%) berasal dari satuan kerja lintas, demikian juga kontrol (68,3%). Untuk masa dinas dan lama kerja di jalan per hari ternyata polisi yang bekerja di jalan kebanyakan bekerja  $\leq 10$  tahun, pada kasus (93,3%) dan pada kontrol (80,0%). Lama kerja di jalan per hari sebagian besar > 8 jam, pada kasus (96,7%) dan kontrol (78,3%). Pada kelompok kasus ternyata lebih banyak yang

overweight (33,3%) dan obese (40,0%), sedangkan kontrol lebih banyak yang normal (75,0%). Demikian juga dengan adanya riwayat keluarga yang menderita hipertensi. Ternyata pada kasus lebih banyak yang mengatakan memiliki ayah/ibu/saudara kandung yang menderita hipertensi (70,0%), sedangkan kontrol banyak yang tidak memiliki ayah/ibu/saudara kandung yang menderita hipertensi (86,7%). Pola kebiasaan merokok hampir sama antara kasus dan kontrol. Pada kasus terbanyak adalah perokok ringan (43,3%), menyusul perokok sedang (33,3%), demikian juga pada kontrol terbanyak adalah perokok ringan (41,7%), menyusul perokok sedang (20,0%).

Tabel 4.1. Tabel Frekuensi Karakteristik Responden di Wilayah Kerja Polres Metro Jakarta Barat, menurut Kasus dan Kontrol

Variabel	Kategori Variabel	Kasus (n=30)	Kontrol (n=60)
Umur	20 – 29 tahun	2 (6,7%)	6 (10,0%)
	30 – 39 tahun	2 (6,7%)	19 (31,7%)
	40 – 49 tahun	13 (43,3%)	26 (43,3%)
	50 – 59 tahun	13 (43,3%)	9 (15,0%)
Satuan Kerja	Lantas	22 (73,3%)	41 (68,3%)
	Samapta	8 (26,7%)	19 (31,7%)
Masa Dinas	≤ 10 tahun	28 (93,3%)	48 (80,0%)
	> 10 tahun	2 (6,7%)	12 (20,0%)
Lama kerja	≤ 8 jam	1 (3,3%)	13 (21,7%)
	> 8 jam	29 (96,7%)	47 (78,3%)
Obesitas	Normal	8 (26,7%)	45 (75,0%)
	Overweight	10 (33,3%)	10 (16,7%)
	Obese	12 (40,0%)	5 (8,3%)
Riwayat Keluarga Hipertensi	Tidak ada	9 (30,0%)	52 (86,7%)
	Ada	21 (70,0%)	8 (13,3%)
Kebiasaan merokok	Tidak Merokok	2 (6,7%)	8 (13,3%)
	Sudah Berhenti	5 (16,7%)	15 (25,0%)
	Perokok ringan	13 (43,3%)	25 (41,7%)
	Perokok Sedang	10 (33,3%)	12 (20,0%)
Konsumsi Kopi	Tidak	12 (40,0%)	11 (18,3%)
	Ya ≤ 4 cangkir/hari	18 (60,0%)	49 (81,7%)
Perilaku memakai masker	Kadang-kadang Pakai	24 (80,0%)	50 (83,3%)
	Tidak Pernah	6 (20,0%)	10 (16,7%)
Olahraga	Ya	26 (86,7%)	47 (78,3%)
	Kadang-kadang	4 (13,3%)	13 (21,7%)

Pola konsumsi kopi ternyata juga tidak berbeda antara kasus dan kontrol. Sebagian besar kasus konsumsi kopi  $\leq 4$  gelas / hari (60,0%), demikian juga kontrol (81,7%). Demikian pula halnya dengan perilaku memakai masker, sebagian besar kasus kadang-kadang pakai (80,0%) dan kontrol yang kadang-kadang pakai juga sebesar 83,3%. Sebagian besar kasus melakukan olahraga termasuk senam pagi di kantor, minimal 3x seminggu selama 30 menit (86,7%) sedangkan kontrol sebesar 78,3%.

#### 4.2. Kadar Timbal Dalam Darah

Kadar timbal dalam darah terendah adalah 11,10  $\mu\text{g/dl}$  dan tertinggi 28,80  $\mu\text{g/dl}$ . Batas normal timbal yang diizinkan ada di dalam tubuh manusia adalah  $\leq 15 \mu\text{g/dl}$ .<sup>41</sup> Tabel 4.2. menunjukkan distribusi kadar timbal dalam darah kasus dan kontrol bila digunakan batas 15  $\mu\text{g/dl}$  :

Tabel 4.2. Distribusi Kadar Timbal dengan batas 15  $\mu\text{g/dl}$  Dalam Darah Kasus dan Kontrol

Kadar Timbal	KASUS		KONTROL	
	Frekuensi	%	Frekuensi	%
$\leq 15,0 \mu\text{g/dl}$	1	3,3	49	81,7
$> 15,0 \mu\text{g/dl}$	29	96,7	11	18,3
JUMLAH	30	100,00	60	100,00

Tampak bahwa hanya 1 kasus kadar timbal di dalam darahnya  $\leq 15,0 \mu\text{g/dl}$  (3,3%), sedangkan pada kontrol ada 49 orang (81,7%).

Tabel 4.3. menunjukkan rerata (mean) kadar timbal dalam darah subyek penelitian 19,83  $\mu\text{g/dl}$  dan median 18,80  $\mu\text{g/dl}$  dengan Standar Deviasi 5,36  $\mu\text{g/dl}$ .

Tabel 4.3. Distribusi Kadar Timbal Dalam Darah Polisi yang Bekerja di Jalan Wilayah Polres Jakarta Barat

Variabel	Mean	Median	Standard Deviasi	Minimum-Maksimum
Kadar Timbal	19,83 $\mu\text{g/dl}$	18,80 $\mu\text{g/dl}$	5,36 $\mu\text{g/dl}$	11,10-28,80 $\mu\text{g/dl}$

Karena sebaran data penelitian ini tidak normal, maka peneliti menggunakan nilai median sebesar 18,80  $\mu\text{g/dl}$  sebagai *cut off point*. Sebaran kadar timbal dalam darah subyek penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Distribusi Kadar Timbal dengan Batas 18,80  $\mu\text{g/dl}$  Dalam Darah Kasus dan Kontrol

Kadar Timbal	KASUS		KONTROL	
	Frekuensi	%	Frekuensi	%
< 18,80 $\mu\text{g/dl}$	4	13,3	39	65,0
$\geq$ 18,80 $\mu\text{g/dl}$	26	86,7	21	35,0
JUMLAH	30	100,00	60	100,00

Tampak bahwa sebagian besar kasus kadar timbal di dalam darahnya  $\geq$  18,80  $\mu\text{g/dl}$  (86,7%), sedangkan pada kontrol hanya 35,0%.

#### 4.3. Hubungan antara Kadar Timbal Dalam Darah dan Faktor-faktor yang Berhubungan Lainnya dengan Kejadian Hipertensi

Sesuai kerangka konsep yang telah dibuat, akan dilihat hubungan satu per satu, antara variabel bebas utama, yaitu kadar timbal di dalam darah dan variabel terikat, yaitu hipertensi, serta variabel bebas yang lain, yaitu obesitas, riwayat hipertensi dalam keluarga, kebiasaan merokok, konsumsi kopi, perilaku memakai masker dan olahraga. Analisis bivariat ini dilakukan untuk melihat kekuatan hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat, dan juga untuk mencari variabel yang akan menjadi kandidat model hubungan kadar timbal dalam darah terhadap kejadian hipertensi.

Karena analisis dilakukan antara variabel kategorik dengan variabel kategorik, maka uji statistik yang dipakai untuk melihat hubungan ini adalah *uji chi square*. Tujuan penggunaan *uji chi square* adalah untuk menguji perbedaan proporsi antara dua atau lebih kelompok data. Prinsip dasar *uji chi square* adalah membandingkan frekuensi observasi dan frekuensi harapan (ekspektasi). Bila nilai frekuensi observasi dan frekuensi ekspektasi sama, dikatakan tidak ada perbedaan yang bermakna (signifikan).

Tabel 4.5. menunjukkan ada hubungan yang signifikan antara hipertensi dengan kadar timbal dalam darah ( $p = 0,001$ ), obesitas ( $p = 0,001$ ), riwayat hipertensi dalam keluarga ( $p = 0,001$ ) dan konsumsi kopi ( $p=0,026$ ), namun tidak ada hubungan yang signifikan dengan kebiasaan merokok ( $p = 0,408$ ), perilaku memakai masker ( $p = 0,679$ ) dan olahraga ( $p = 0,341$ ).

Tabel 4.5. Hubungan antara Kadar Timbal Dalam Darah dan Faktor-faktor yang Berhubungan Lainnya dengan Kejadian Hipertensi pada Polisi yang Bekerja di Jalan Wilayah Polres Jakarta Barat

Variabel Bebas	Kasus (n=30)	Kontrol (n=60)	p	OR	95% CI
<b>Kadar Timbal (Pb) di Dalam Darah</b>					
$\geq 18 \mu\text{g/dl}$	26 (86,7%)	21 (35,0%)	0,001 *	12,07	3,36-47,45
$< 18 \mu\text{g/dl}$	4 (13,3%)	39 (65,0%)			
<b>Obesitas</b>					
Overweight + obese	22 (73,3%)	15(25,0%)	0,001 *	8,25	2,75 – 25,58
Normal	8 (26,7%)	45 (75,0%)			
<b>Riwayat Keluarga Hipertensi</b>					
Ada	21(70,0%)	8 (13,3%)	0,001 *	15,17	4,6 – 52,57
Tidak Ada	9 (30,0%)	52 (86,7%)			
<b>Kebiasaan Merokok</b>					
Perokok ringan dan atau Sedang	23 (76,6%)	37 (61,7%)	0,155	2,042	0,756 – 5,515
Tidak Merokok dan Sudah Berhenti	7 (23,4%)	23 (38,3%)			
<b>Konsumsi Kopi</b>					
Ya $< 4$ gelas/hari	18 (60,0%)	49(81,7%)	0,026 *	2,97	1 – 8,89
Tidak	12 (40,0%)	11(18,3%)			
<b>Perilaku Memakai Masker</b>					
Tidak Pernah Pakai	6 (20,0%)	10 (16,7%)	0,679	0,8	0,23 – 2,84
Kadang-kadang Pakai	24(80,0%)	50 (83,3%)			
<b>Olahraga</b>					
Kadang-kadang	4 (13,4%)	13 (21,7%)	0,341	1,8	0,47 – 7,34
Ya	26 (86,6%)	47 (78,3%)			
<b>Usia</b>					
$\geq 40$ tahun	26 (86,6%)	35 (58,3%)	0,007*	4,6	1,44 – 14,97
$< 40$ tahun	4 (13,4%)	25 (41,7%)			
<b>Satuan Kerja</b>					
Lantas	22 (73,3%)	41 (68,3%)	0,626	0,785	0,296 – 2,0870
Samapta	8 (26,7%)	19 (31,7%)			
<b>Masa Dinas</b>					
$> 10$ tahun	2 (6,7%)	12 (20,0%)	0,129	0,29	0,04 – 1,51
$\leq 10$ tahun	28(93,3%)	48 (80,0%)			
<b>Lama Kerja</b>					
$> 8$ jam	29 (96,7%)	47 (78,3%)	0,030	1,125	0,15 – 1,004
$\leq 8$ jam	1 (3,3%)	13 (21,7%)			

#### 4.4. Analisis Multivariat Hubungan Kadar Timbal Dalam Darah, Obesitas dan Riwayat Hipertensi Dalam Keluarga dengan Hipertensi

Hasil analisis menunjukkan ada lima variabel yang berhubungan secara signifikan dengan kejadian hipertensi, yaitu kadar timbal dalam darah ( $p = 0,001$ ), obesitas ( $p = 0,001$ ), riwayat hipertensi dalam keluarga ( $p = 0,001$ ), konsumsi kopi ( $p=0,026$ ) dan usia ( $p=0,007$ ). Karena tidak ada lagi variabel yang memenuhi syarat untuk diikuti sertakan pada analisis multivariat ( $p < 0,25$ ), maka dilakukan analisis multivariat antara hipertensi dengan kelima variabel tersebut di atas dengan menggunakan pendekatan metode Stepwise (Backward LR) yang hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6. Analisis Multivariat Hubungan Kadar Timbal Dalam Darah, Obesitas dan Riwayat Hipertensi Dalam Keluarga dengan Hipertensi

Variabel	P	OR	95% CI
Kadar timbal dalam darah $\geq 18 \mu\text{g/dl}$	0,032 *	6,495	1,170 – 36,062
Obesitas	0,020 *	5,100	1,294 – 20,105
Riwayat hipertensi dalam keluarga	0,001 *	17,680	4,761 – 65,647

\*Secara statistik bermakna

Dari lima variabel bebas yang diikuti sertakan pada analisis multivariat tersebut, ternyata hanya ada 3 variabel, yaitu kadar timbal darah  $\geq 18 \mu\text{g/dl}$  ( $p = 0,032$ ), obesitas ( $p = 0,02$ ), dan riwayat hipertensi dalam keluarga ( $p = 0,001$ ) yang berhubungan secara signifikan dengan hipertensi, dengan model :

Hipertensi = - 2,988 + 1,871 (kadar timbal darah  $\geq 18 \mu\text{g/dl}$ ) + 1,629 (Obesitas) + 2,872 riwayat hipertensi dalam keluarga.  $R^2$  Nagelkerke untuk model ini sebesar 58,2%. Hal ini berarti bahwa 58,2% hipertensi berhubungan dengan faktor kadar timbal darah  $\geq 18 \mu\text{g/dl}$ , obesitas dan riwayat hipertensi dalam keluarga, sedangkan 41,8% disebabkan oleh faktor-faktor lainnya.

## BAB 5 PEMBAHASAN

### 5.1. Keterbatasan Penelitian :

Pada penelitian ini terdapat beberapa keterbatasan yang bila memungkinkan sudah coba diatasi oleh peneliti. Keterbatasan tersebut antara lain :

#### 1. Jenis penelitian

Jenis penelitian ini adalah studi Potong Lintang karena semua data dikumpulkan pada satu saat, tapi dianalisa secara Kasus Kontrol yang merupakan rancangan yang lemah untuk melihat hubungan sebab akibat, karena pengambilan data faktor risiko dan efek dilakukan pada saat yang bersamaan. Studi longitudinal kohort dan eksperimen lebih baik untuk membuktikan adanya hubungan sebab akibat. Namun jenis penelitian Kasus Kontrol yang peneliti lakukan ini cukup efektif sebagai tahap awal sebelum dilakukan studi kohort. Sedangkan studi eksperimen tidak mungkin dilakukan karena alasan etik.

#### 2. Pelaksanaan Penelitian

Sebelum melakukan pengukuran tekanan darah responden diminta untuk duduk tenang selama 5 menit, dan pengukuran dilakukan di ruangan yang tenang dan hangat. Namun sering terjadi hal-hal yang sulit dikendalikan oleh peneliti, khususnya pada polisi dari satuan kerja lalu lintas yang harus mulai melaksanakan tugasnya pada pagi hari jam 06.00 WIB. Mereka berdesak-desakan ingin diperiksa lebih dahulu. Hal ini sudah coba diminimalisasi peneliti dengan cara menempatkan pengawas yang mengizinkan mereka untuk diperiksa setelah melalui antrian minimal selama 5 menit.

#### 3. Keterbatasan dana dan waktu menyebabkan beberapa faktor lain yang sebenarnya juga merupakan faktor risiko hipertensi tidak diteliti, misalnya Diabetes Mellitus, Dislipidemia, Penyakit Ginjal, Penyakit Jantung dan Stres kerja.

## 5.2. Prevalensi Hipertensi Pada Polisi Yang Bekerja Di Jalan

Penelitian ingin mendapatkan data pengaruh kadar timbal dalam darah dengan kejadian hipertensi pada polisi yang bekerja di jalan wilayah Polres Jakarta Barat. Karena jenis penelitian ini adalah kasus kontrol, yang dimulai dengan mencari kasus hipertensi, kemudian dicari kontrolnya, yaitu bukan kasus hipertensi, maka penelitian ini tidak dapat mencari besarnya prevalensi hipertensi pada polisi yang bekerja di jalan wilayah Polres Jakarta Barat. Data Bidokes Polda Metro Jaya tahun 2006 menunjukkan prevalensi hipertensi pada polisi di wilayah Polres Jakarta Barat pada tahun 2004 adalah 5,44%, yang pada tahun 2005 meningkat menjadi 7,05%. Angka ini lebih rendah dari penelitian Murti (2004) yang sebesar 29,5%<sup>52</sup> dan penelitian Rundengan (2006) pada pekerja di Indonesia yang sebesar 15,1%<sup>53</sup> dan berada di bawah kisaran populasi umum yang 15 – 20%. Hal ini bisa disebabkan karena pada setiap calon anggota polisi dilakukan pemeriksaan kesehatan yang ketat sebelum dinyatakan lulus dan dapat diterima sebagai anggota POLRI. Kebijakan yang dilakukan oleh Polda Metro Jaya ini sesuai dengan teori *Healthy worker effect* dimana sebelum diterima bekerja di suatu bidang pekerjaan, kepada calon pekerja tersebut harus dilakukan seleksi awal terlebih dahulu dan dinyatakan sehat dibandingkan populasi umum yang tidak dilakukan pemeriksaan kesehatan, agar prevalensi penyakit akibat kerja yang mungkin terjadi dapat lebih kecil.

## 5.3. Kadar Timbal Di Dalam Darah

Dampak pencemaran udara terhadap kesehatan terakumulasi dari hari ke hari, terutama pada polisi yang bertugas di jalan yang secara terus menerus terpajan emisi kendaraan bermotor. Tingginya kadar timbal di dalam darah merupakan indikator biologis tingginya pajanan timbal di udara.

Penelitian ini menemukan rerata kadar timbal dalam darah polisi yang bertugas di jalan wilayah Polres Jakarta Barat adalah 19,83 µg/dl dan median 18,80 µg/dl. Kadar timbal dalam darah terendah adalah 11,10 µg/dl dan tertinggi 28,80 µg/dl. Karena sebaran data penelitian ini tidak normal, maka pada pengolahan data selanjutnya, peneliti menggunakan nilai median sebesar 18,80 µg/dl sebagai *cut off point*. Sebagian besar kasus (86,7 %) kadar timbal di dalam darahnya  $\geq 18,80$  µg/dl, sebaliknya sebagian besar kontrol (65,0%) kadar timbal di dalam darahnya  $< 18,80$

$\mu\text{g/dl}$ . Hanya ada 1 kasus dengan kadar timbal darah  $\leq 15,0 \mu\text{g/dl}$  (3,3%) dan 29 kasus (96,7%) kadar timbal darahnya  $> 15,0 \mu\text{g/dl}$ . Pada kelompok kontrol ada 49 orang (81,7%) kadar timbal darah  $\leq 15,0 \mu\text{g/dl}$  (3,3%), dan 29 kasus (96,7%) kadar timbal darahnya  $> 15,0 \mu\text{g/dl}$ . Dengan adanya temuan ini, himbauan pemprov DKI untuk menggunakan bensin tanpa timbal tidak optimal, karena DKI Jakarta sebagai kota transit dan penghubung dari kota satelit sekitar yaitu Bogor, Depok, Tangerang dan Bekasi sehingga pajanan timbal pada anggota tetap tinggi di wilayah Polres Jakarta Barat.

Beberapa penelitian pada populasi yang rentan terpajan timbal menunjukkan ukuran yang hampir sama. Pengukuran kadar timbal dalam darah pegawai Terminal Dinas Perhubungan Kota Sukabumi menunjukkan angka  $25,79 \mu\text{g/dl}$ , dengan kisaran kadar terendah  $15,09 \mu\text{g/dl}$  dan tertinggi  $34,02 \mu\text{g/dl}$ .<sup>54</sup> Hasil penelitian yang dilakukan Desi Subarti pada sopir dan kondektur bus PPD pada tahun 1995 menunjukkan dari 147 responden, 33,3% terdeteksi adanya timbal di dalam darahnya, dengan kadar rata-rata  $42 \mu\text{g/dl}$ . Penelitian untuk melihat kadar timbal dalam darah juga dilakukan pada polisi dan pengemudi di Bandung pada tahun 1984 menemukan sekitar 30 – 40% mempunyai kadar timbal dalam darah  $> 40 \mu\text{g/dl}$ . Penelitian serupa yang dilakukan pada kolektor tol Cikampek Pintu Gerbang Pondok Gede Timur pada tahun 1995 menunjukkan 65,6% kadar timbal dalam darahnya  $> 25\mu\text{g}/100 \text{ ml}$ . Namun pengukuran kadar timbal dalam darah polisi lalu lintas yang bekerja di Jalan Margonda Depok pada tahun 2003 mendapatkan angka rata-rata  $8,41 \mu\text{g/dl}$  dengan nilai median  $7,27 \mu\text{g/dl}$ .<sup>55</sup> Hal ini bisa saja terjadi, karena dibandingkan Jakarta, lalu lintas di kota Depok tidak terlampau padat dengan kendaraan bermotor, sehingga jumlah pencemar yang dilepaskan ke udara juga tidak terlalu banyak. Seperti halnya penelitian terhadap kadar timbal dalam darah pada polisi lalu lintas di Kota Manado pada tahun 2007, rata-rata kadar timbal dalam darah kelompok polisi yang masa dinasnya  $\leq 9$  bulan adalah  $6,18 \mu\text{g/dl}$ , sedangkan yang masa dinasnya  $> 9$  bulan adalah  $10,28 \mu\text{g/dl}$ .<sup>8</sup>

Hasil di atas menunjukkan adanya efek dosis respon dari pajanan timbal terhadap jumlah kandungan timbal dalam darah. Artinya, orang yang terpajan timbal dosis tinggi dalam waktu lama, akan memiliki kadar timbal yang tinggi dalam jaringan tubuhnya. Hal ini tampak pada penelitian pada penduduk yang tinggal dekat jalan raya di California menunjukkan rata-rata kadar timbal dalam darahnya sekitar  $22,7 \mu\text{g/dl}$  pada laki-laki dan  $16,7 \mu\text{g/dl}$  pada wanita, lebih tinggi jika dibandingkan

penduduk yang tinggal jauh dari jalan raya, yang sekitar 16 µg/dl pada laki-laki dan 9,4 µg/dl pada wanita.<sup>34</sup> Efek dosis respon ini juga tampak pada survei Ekologi Kesehatan di Bandung pada tahun 2001, yang dilakukan pada polisi lalu lintas, penjaga pintu tol, penjaja asongan, sopir angkutan kota ataupun sopir taksi menunjukkan kadar timbal dalam darah polisi lalu lintas menduduki ranking tertinggi (rata-rata 30,66 µg/dl), karena waktu tugas, rotasi titik kemacetan serta patroli dan pengawalan di jalan raya menyebabkan pajanan timbal yang dialami anggota lintas semakin lama ditunjukkan dengan kadar timbal dalam darah yang tertinggi kemudian disusul sopir angkutan kota dan pengemudi taksi (rata-rata 25,23 µg/dl), sedangkan pada darah warga biasa hanya sebesar 12,28 µg/dl.<sup>11</sup>

#### 5.4. Pengaruh Kadar Timbal dalam Darah Terhadap Kejadian Hipertensi

Analisis multivariat menunjukkan kadar timbal darah mempunyai hubungan secara bermakna dengan kejadian hipertensi ( $p = 0,032$ ). Nilai OR sebesar 6,495 menerangkan bahwa polisi yang bertugas di jalan yang memiliki kadar timbal darah  $\geq 18,80$  µg/dl memiliki risiko hampir 6,5 kali lebih besar untuk menderita hipertensi dibandingkan yang memiliki kadar timbal darah  $< 18,80$  µg/dl.

Hasil penelitian ini didukung oleh beberapa penelitian *Cross sectional*. Penelitian yang dilakukan oleh Pasorong (2007) di Manado, pada 96 polantas dan 96 polisi yang bekerja di kantor menunjukkan kadar timbal dalam darah berhubungan secara bermakna dengan terjadinya Hipertensi. Polisi dengan kadar timbal dalam darah  $\geq 6,27$  µg/dl memiliki risiko 7,42 kali lebih tinggi mengalami hipertensi.<sup>8</sup> Penelitian pada operator 10 SPBU di Jakarta menemukan kadar timbal dalam darah  $>5$ µg/dl berisiko hipertensi 6 kali lebih besar (95% CI : 1,2205-31,89).<sup>44</sup> Penelitian di Messina, Italia menunjukkan pekerja di gudang penyimpanan baterai yang terpajan kadar timbal tinggi memiliki tekanan darah sistolik dan diastolik yang lebih tinggi dibanding pekerja yang terpajan kadar timbal rendah.<sup>46</sup> Studi epidemiologi pada orang dewasa 22 – 57 tahun di Pakistan mengungkapkan, rata-rata kadar timbal dalam darah pada kelompok yang sehat adalah 13,9 µg/dL, sedangkan pada kelompok hipertensi (tekanan sistolik antara 170 – 250 mmHg dan tekanan diastolik antara 105 – 140 mmHg) sebesar 25,5 µg/dL. Hal ini menunjukkan bahwa tingginya kadar timbal dalam darah mempengaruhi peningkatan tekanan sistolik dan diastolik.<sup>45</sup> Timbal yang masuk ke dalam tubuh akan memasuki sistem sirkulasi darah, hati, usus dan ginjal.

Kerusakan fungsional pada organ tubuh tersebut akan mengakibatkan peningkatan tekanan darah, sehingga terjadi hipertensi.<sup>47</sup>

Timbal dalam darah dapat menurunkan kemampuan darah untuk mengikat oksigen, mengakibatkan besarnya curah jantung sehingga terjadi peningkatan tekanan darah sistolik, serta besarnya resistensi perifer, yang menyebabkan peningkatan tekanan darah diastolik, sehingga terjadi hipertensi.<sup>39</sup> Kadar timbal dalam darah 10-20 µg/dl menyebabkan peningkatan tekanan darah sistolik dan penurunan daya dengar, 30-40 µg/dl dapat menyebabkan hipertensi, kadar timbal antara 40-50 µg/dl memunculkan keluhan neuropati, kelelahan otot, sakit kepala dan nyeri perut.<sup>39</sup>

### 5.5. Pengaruh Faktor-Faktor Lain Terhadap Terjadinya Hipertensi

Selain kadar timbal dalam darah, hasil analisis bivariat dan multivariat menunjukkan ada dua variabel lain yang berhubungan secara bermakna dengan terjadinya hipertensi, yaitu variabel obesitas ( $p = 0,020$ ) dan riwayat hipertensi dalam keluarga ( $p = 0,001$ ), sedangkan variabel-variabel lain, yaitu konsumsi kopi, kebiasaan merokok, perilaku memakai masker dan olahraga tidak berhubungan secara bermakna dengan terjadinya hipertensi.

#### 5.5.1. Obesitas

Analisis multivariat menunjukkan obesitas mempunyai hubungan secara bermakna dengan kejadian hipertensi ( $p = 0,020$ ). Subyek penelitian yang overweight dan obese memiliki risiko 5.1 kali lebih besar untuk menderita hipertensi dibandingkan yang memiliki postur tubuh normal.

Obesitas pada penelitian ini menggunakan acuan Indeks Massa Tubuh (IMT), yaitu Berat Badan dalam kilogram (kg) dibagi kuadrat Tinggi Badan dalam meter ( $m^2$ ). Kelebihan Berat Badan dengan  $IMT > 27 \text{ kg/m}^2$  berhubungan dengan kenaikan tekanan darah. Studi Framingham menunjukkan 70% hipertensi pada laki-laki dan 61% pada perempuan berhubungan dengan obesitas. Tekanan sistolik bertambah 4,5 mmHg pada setiap penambahan 10 pound berat badan dan berkurang sebesar 5 – 20 mmHg setiap penurunan berat badan sebanyak 10 kg. Risiko terjadinya peningkatan tekanan darah pada orang yang mempunyai berat badan lebih adalah 2 – 6 kali lebih tinggi dibandingkan orang dengan berat badan normal. Diperkirakan 20-30% kasus hipertensi disebabkan oleh kelebihan berat badan. Penurunan rata-rata berat badan 9,2 kg dapat menyebabkan penurunan tekanan darah sistolik dan diastolik masing-masing sebesar 6,3 dan 3,1 mmHg.<sup>32</sup> Pengurangan berat sedikitnya 4,5 kg pada penderita

hipertensi akan menurunkan tekanan darah secara bermakna.<sup>31</sup> Studi Miswar menunjukkan obesitas secara signifikan berhubungan dengan terjadinya hipertensi esensial di samping faktor merokok, alkohol, riwayat keluarga, asupan garam, dan stress.<sup>17</sup>

### 5.5.2. Riwayat Hipertensi Dalam Keluarga

Hasil analisis menunjukkan, riwayat hipertensi dalam keluarga berhubungan secara bermakna dengan terjadinya hipertensi ( $p=0,001$ ), dimana polisi yang memiliki keluarga yang menderita hipertensi mempunyai risiko 17,68 kali lebih besar untuk menderita hipertensi dibandingkan mereka yang keluarganya tidak menderita hipertensi. Penelitian *Case Control* pada penderita hipertensi baru di RSUP Dr. Soeradji & RSUD Islam Klaten yang berumur 20 – 60 tahun, membuktikan riwayat keluarga hipertensi secara signifikan berhubungan dengan terjadinya hipertensi esensial.<sup>17</sup> Tekanan darah kerabat dewasa lini pertama (ayah/ibu, saudara kandung) yang dikoreksi terhadap umur dan jenis kelamin berperan pada semua tingkat tekanan darah yang tinggi, dengan koefisien regresi sebesar 0,2 – 0,3. Perbedaan yang dibawa secara genetik sehingga seseorang menderita hipertensi adalah kepekaan terhadap konsumsi garam, abnormalitas transport natrium-kalium, respon sistem saraf pusat terhadap stimuli psikososial, respon neurohormonal (sistem renin angiotensin, katekolamin, tromboksan, fungsi barostat renal, geometrik jantung dan vaskuler, serta gangguan metabolisme glukosa-lipid-resistensi insulin). Disebutkan bahwa, individu dengan orang tua hipertensi memiliki risiko dua kali lebih besar kemungkinannya menderita hipertensi.<sup>30</sup>

### 5.5.3. Kebiasaan Merokok

Nikotin yang terdapat dalam rokok yang dihisap masuk ke dalam saluran pernapasan, kemudian masuk ke dalam aliran darah dan merusak lapisan endotel pembuluh darah arteri, mengakibatkan proses arteriosklerosis dan menyebabkan hipertensi. Rokok juga meningkatkan denyut jantung dan menghambat kebutuhan oksigen yang disuplai ke miokardium. Nikotin dalam tembakau diserap oleh pembuluh-pembuluh darah yang amat kecil di dalam paru-paru, diedarkan ke aliran darah dan dalam beberapa detik saja, nikotin telah mencapai otak, yang kemudian memberi sinyal pada kelenjar adrenal untuk melepas epinefrin (adrenalin) yang akan

menyempitkan pembuluh darah dan memaksa jantung untuk bekerja lebih keras.<sup>16</sup> Pada variabel kebiasaan merokok ini, proporsi kasus terbanyak adalah perokok (ringan dan sedang) sebanyak 76,7%, dan yang tidak merokok (bukan perokok dan sudah berhenti) sebanyak 23,3%. Proporsi kontrol demikian juga, yaitu terbanyak adalah perokok (sedang dan ringan) sebanyak 61,7% dan yang tidak merokok (bukan perokok dan sudah berhenti) sebanyak 38,3%. Karena proporsi perokok dan bukan perokok pada kasus dan kontrol nyaris sama besar, maka variabel ini menunjukkan hubungan yang tidak bermakna dengan hipertensi.

#### 5.5.4. Konsumsi Kopi

Analisis multivariat menunjukkan konsumsi kopi tidak mempunyai hubungan secara bermakna dengan kejadian hipertensi. Hal ini dapat dijelaskan dengan pendapat pakar yang mengatakan bahwa kafein yang dikonsumsi setiap hari oleh sekitar 80% orang dewasa, dan terdapat dalam kopi, teh atau minuman kola, untuk sebagian orang memang dapat meningkatkan tekanan darah secara akut, baik tekanan darah sistolik maupun diastolik sekitar 5 – 15 mmHg, terutama mereka yang memiliki kluarga dengan riwayat hipertensi. Namun Mc Donald dkk sebaliknya mendapatkan tekanan darah lebih rendah selama periode minum kafein dibandingkan yang diet bebas kafein. Studi Martin G. Myers dan Richard A. Reeves menunjukkan pada individu yang tidak sering mengkonsumsi kafein mungkin akan menyebabkan sedikit kenaikan tekanan darah yang tidak membahayakan. Namun bila individu tersebut secara teratur mengkonsumsi kafein dalam jumlah sedang (200 mg) dua kali sehari yang setara dengan 4 cangkir per hari, maka kafein tidak akan mempengaruhi tekanan darah. Hal ini karena adanya pengembangan toleransi terhadap kafein yang dikonsumsi secara teratur.<sup>33</sup>

#### 5.5.5. Perilaku Memakai Masker

Perilaku memakai masker tidak menunjukkan hubungan yang bermakna dengan terjadinya hipertensi. Hal ini disebabkan karena variabel tersebut menunjukkan pola yang sama baik pada kasus dan kontrol. Walaupun masker sudah disediakan oleh satuan kerja dan peraturan penggunaannya sudah ada, namun kesadaran untuk menggunakan masker setiap kali berada di jalan masih sangat rendah. Tabel 4.4. menunjukkan, baik pada kasus dan kontrol terbanyak mengatakan hanya kadang-kadang saja memakai masker, yaitu pada 80,0% kasus dan 83,3%

kontrol. Sisanya mengaku tidak pernah memakai masker sama sekali selama berada di jalan. Alasan tidak menggunakan karena pemakaian masker menghalangi mereka untuk bisa segera meniup peluit, sehingga pelanggar lalu lintas sudah sempat melarikan diri dengan kendaraannya. Penelitian Pasorong menyatakan polisi lalu lintas yang selalu menggunakan masker pada saat melaksanakan tugas di jalan raya hanya 6,3%.<sup>8</sup>

#### 5.5.6. Olahraga

Olahraga juga tidak menunjukkan hubungan yang bermakna dengan terjadinya hipertensi. Hal ini disebabkan karena variabel tersebut menunjukkan pola yang sama baik pada kasus dan kontrol. Di kantor Polres Jakarta Barat diadakan senam pagi di kantor, pada hari Senin, Rabu dan Jum'at selama 30 menit. Itulah sebabnya tidak ada subyek penelitian yang mengatakan tidak pernah berolahraga. Sekitar 80% kasus dan kontrol mengatakan berolahraga secara teratur, dan sisanya kadang-kadang saja melakukannya. Proporsi yang hampir sama ini menyebabkan variabel olahraga menunjukkan hubungan yang tidak bermakna dengan hipertensi.

## BAB 6

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

1. Rerata kadar timbal di dalam darah polisi yang bekerja di jalan wilayah Polres Jakarta Barat adalah 19,83  $\mu\text{g/dl}$ , dan nilai median adalah 18,80  $\mu\text{g/dl}$ .
2. Ada hubungan antara kadar timbal dalam darah dengan kejadian hipertensi pada polisi yang bertugas di jalan. Polisi yang bekerja di jalan wilayah Polres Jakarta Barat dengan kadar timbal darah  $\geq 18,80 \mu\text{g/dL}$  memiliki risiko hampir 6,5 kali lebih besar untuk mendapat hipertensi dibandingkan mereka yang kadar timbal darahnya  $< 18,80 \mu\text{g/dL}$ .
3. Terdapat hubungan yang signifikan antara obesitas dengan terjadinya hipertensi, di mana polisi yang overweight dan obese mempunyai risiko 5,1x lebih besar untuk menderita hipertensi dibandingkan yang status gizi normal. Juga terdapat hubungan yang signifikan antara adanya riwayat keluarga hipertensi dengan terjadinya hipertensi, di mana polisi yang memiliki riwayat keluarga hipertensi mempunyai risiko 17,68x lebih besar untuk menderita hipertensi dibandingkan yang tidak memiliki riwayat hipertensi.

#### 6.2. Saran

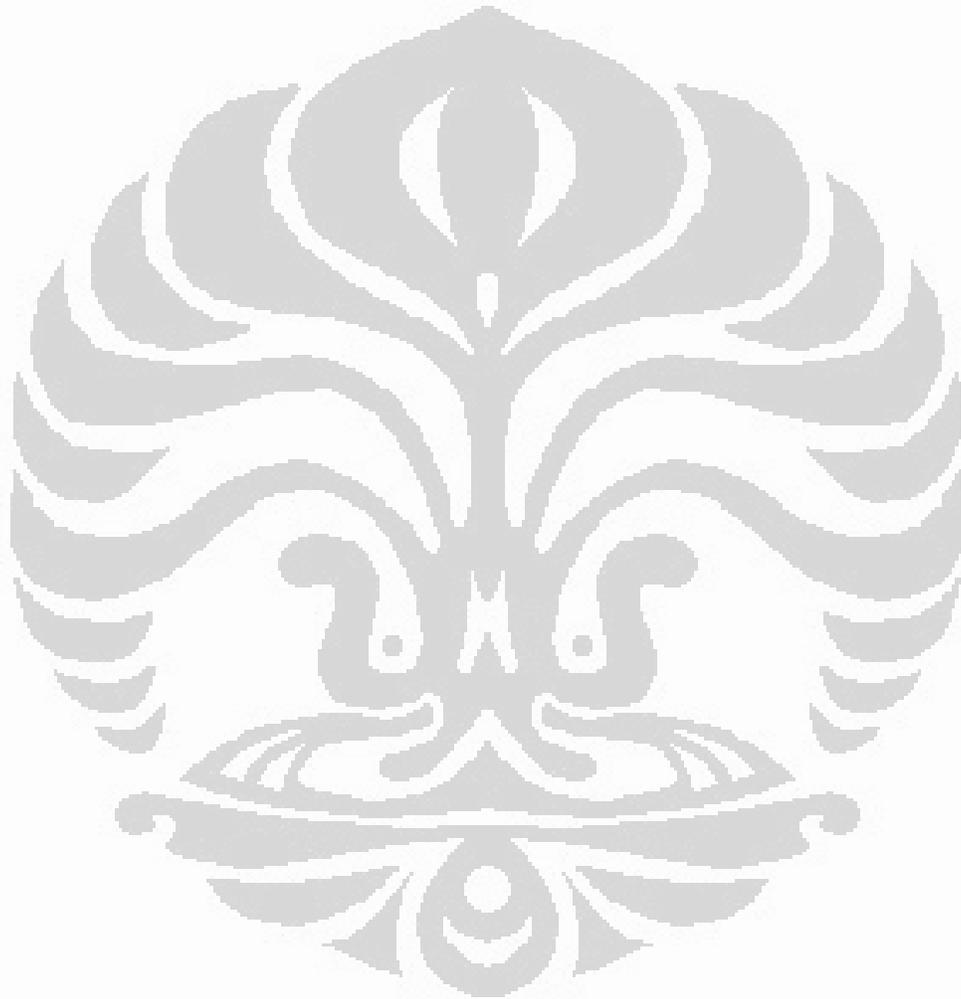
Berdasarkan kesimpulan di atas, disarankan hal-hal sebagai berikut :

##### 1. Bagi Polres Jakarta Barat :

- a. Melakukan pendidikan kesehatan kepada Polisi yang bekerja di jalan tentang bahaya pencemaran timbal di udara akibat emisi gas buang kendaraan bermotor, terhadap terjadinya hipertensi
- b. Melakukan pemeriksaan kesehatan berkala minimal sekali setahun, termasuk pemeriksaan kadar timbal darah Polisi yang bekerja di jalan
- c. Menurunkan berat badan polisi yang bekerja di jalan, dengan mewajibkan setiap polisi mengikuti minimal senam pagi di kantor, minimal 3x seminggu selama 30 menit yang diakhiri dengan acara *coffe morning*

## 2. Bagi Institusi Terkait

- a. Kementerian Lingkungan Hidup, Pertamina dan instansi berwenang lainnya segera mewujudkan “Indonesia bebas bensin bertimbal” karena bensin yang beredar sekarang masih merupakan sumber terbesar pencemaran timbal di udara
- b. BPLHD (Badan Pengendalian Lingkungan Hidup Daerah) DKI Jakarta



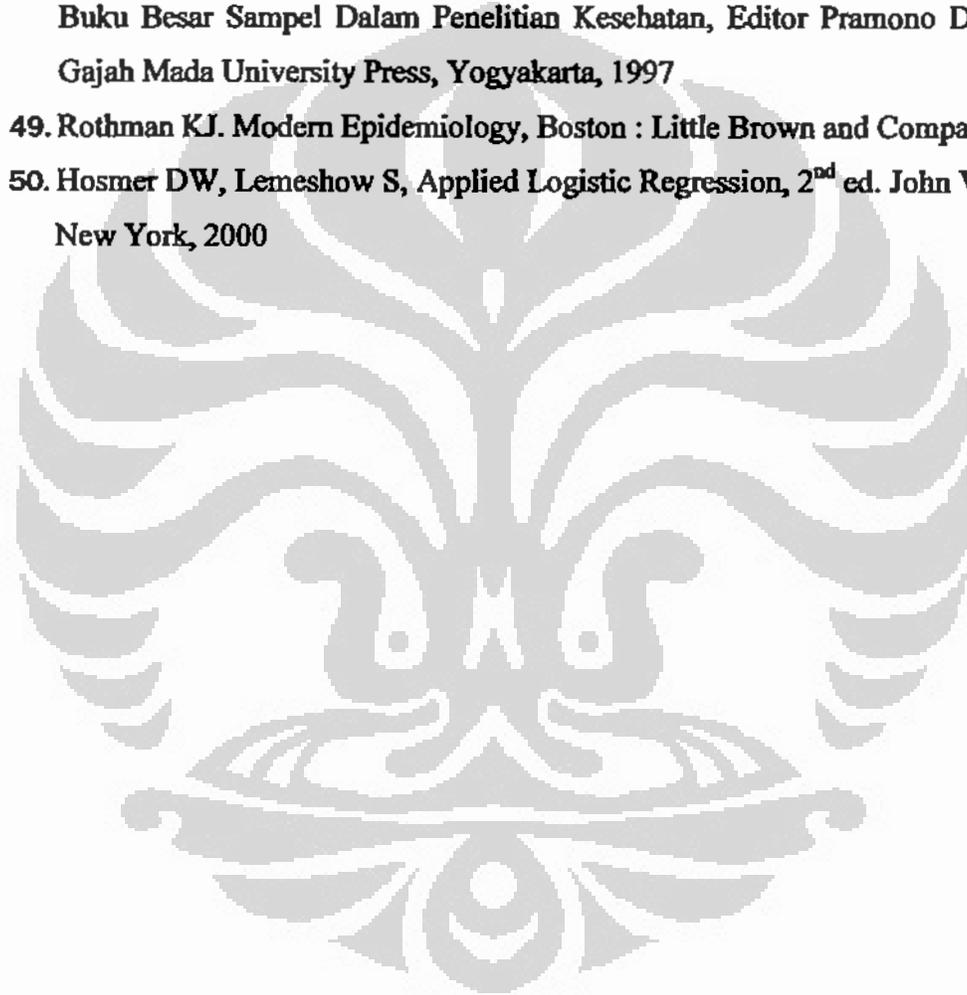
## DAFTAR PUSTAKA

1. Achmadi UF dan Atrisman Nukman, Kebijakan Pemerintah Menghentikan Pemakaian Bensin Bertimbal dan Percepatan Pelaksanaannya melalui Pendekatan Kota Sehat, Seminar Sehari Mewaspadaai Efek Kesehatan Bahan Bakar Minyak : Dari Bensin Bertimbal Hingga Bensin Tanpa Timbal, Swisscontact dan PKKLI-UI, Depok, 2002
2. Kusnopranto H dan Fitria Laila, Kajian Dampak Bensin Bertimbal dan Bensin Tanpa Timbal terhadap Kesehatan, Seminar Sehari Mewaspadaai Efek Kesehatan Bahan Bakar Minyak : Dari Bensin Bertimbal Hingga Bensin Tanpa Timbal, Swisscontact dan PKKLI-UI, Depok, 2002
3. Ferdiaz, S, Polusi Air dan Udara, Kanisius, Yogyakarta, 2006
4. Idham Idris, Hypertension in the elderly, Jurnal Kardiologi Indonesia, Vol XXVI, Jakarta, 2002
5. Darmojo, B, Mengamati Perjalanan Epidemiologi Hipertensi di Indonesia, Medika, 7, 2001, hal 442 - 48
6. Sulistomo Astrid, Penyakit Akibat Kerja dan Penyakit yang Berhubungan dengan Pekerjaan, Kesehatan dan Keselamatan Kerja, UI Press, Jakarta, 2002, hal 64 - 71
7. Center for Disease Control and Prevention-CDC, Adult Blood Lead Epidemiology and Surveillance (ABLES) - United States, Morbidity and Mortality Weekly Report, 53, (26), 2004, p 578 - 82
8. Pasorong, MB, Hubungan Antara Kadar Plumbum (Pb) dan Hipertensi pada Polisi Lalu Lintas di Kota Manado, Thesis FETP Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat, Jurusan Ilmu-Ilmu Kesehatan, Program Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2007
9. World Health Organization, Lead, Environmental Health Criteria 5, Geneva, 2001
10. Harrison, RM and DPH Laxen, Lead Pollution , Causes and Control, Great Britani, University Press, Cambridge, 2001
11. Soemarwoto, O, Survei Ekologi Kesehatan, Universitas Padjadjaran, Bandung, 2001
12. Kepolisian Daerah Khusus Metro Jakarta Raya, Laporan Bidang Kedokteran dan Kesehatan, 2007
13. Mackay, J, Mensah, G, Mendis, S et al, The Atlas of Heart Disease and Stroke, WHO- Geneva, 2004

14. Bharucha, NE and Kuruvilla, T, Hypertension on the Parsi community of Bombay, a Study on Prevalence, Awareness and Compliance to Treatment, Biomed Central Public Health, 3, (1), 2003, hal 1-6
15. Badan Litbang Departemen Kesehatan R.I, Survei Kesehatan Rumah Tangga 1995, Jakarta, 1997
16. World Health Organization, Pengendalian Hipertensi, Laporan Komisi Pakar WHO, Penyunting Sofia Mansoer, Penerbit ITB Bandung, 2001
17. Miswar, Faktor-faktor Risiko Terjadinya Hipertensi Esensial di Kabupaten Klaten, Thesis Magister, Universitas Gajah Mada, 2004
18. Mansjoer Arief, et al, Kapita Selekta Kedokteran, jilid 1, edisi ke-3, Maedia Aesculapius, Fakultas Kedokteran UI, Jakarta 1999
19. Sheldon G, Sheps, Mayo Clinic Hipertensi, Mayo Clinic Rochester, Minnesota, Intisari, Jakarta 2005
20. Santoso M, Lyta, Pina, Gambaran Pola Komplikasi Penderita Hipertensi yang dirawat di RSUD Koja 2004-2005, Cermin Dunia Kedokteran No 150, 2006
21. Maurice Sokolow, Malcolm B. Mellroy, Clinical Cardiology, 2<sup>nd</sup> edition, Los Altos, California, 1979
22. Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure, The Seventh report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure,(JNC VII), Archives of Interenal Medicine, 2003, p 154-183
23. Lawrence M, Tierney Jr, McPhee, SJ et al, Diagnosis dan Terapi Kedokteran (Ilmu Penyakit Dalam), Salemba Medika, Jakarta, 2002
24. Soeparman dkk, Ilmu Penyakit Dalam Jilid-2, Balai Penerbit FKUI, Jakarta, 1998
25. Kaplan Norman N, Clinical Hypertension, 8th edition, Lippincott Williams & Wilkins, Dallas, Texas, 2002
26. Price Sylvia Anderson, RN et al, Patofisiologi Konsep Klinis Proses-Proses Penyakit, edisi 2, Bagian 1, EGC, Jakarta, 1992
27. Changjaya, Hypertension, [http: / www.changjaya-abadi.com](http://www.changjaya-abadi.com), 2004, diunduh 30 April 2008
28. Novartis, Mengenal Hipertensi, [http : // www.id.novartis.com](http://www.id.novartis.com), 2004, diunduh 24 April 2008
29. Ismun P, Peranan Angiotensin II Reseptor Antagonis pada Penyakit Jantung Hipertensi, dalam Cermin Dunia Kedokteran, No 132, Malang, 2001

30. Rafizar, Masalah Hipertensi dan Penanggulangannya, *Majalah Kedokteran Indonesia*, 50, 1, 2003, hal 55-60
31. Rahmatullah P, Gambaran Tekanan Darah pada Kasus-kasus Obesitas, *J, Kardiologi Indonesia*, 24, 1999, hal 147 – 53
32. National Heart, Lung and Blood Pressure Institute, The Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure, National Institutes of Health, 2003
33. Sudewi TR, Analisis Hubungan antara Persepsi Stressor Kerja dengan Hipertensi pada Pejabat Laki-laki Eselon I, II, III di Satu Instansi Pemerintah di Jakarta Tahun 1999, Thesis Universitas Indonesia, Jakarta, 2000
34. Palar H, Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat, *Bineka Cipta*, Jakarta, 2004
35. Lu Frank C, Toksikologi Dasar, Edisi 2, UI Press, Jakarta, 1995
36. World Health Organization, Inorganic Lead, *Environmental Health Criteria* 165, Geneva, 1995
37. World Health Organization, OCH, Inorganic Lead : Biological Monitoring of Chemical Exposure in Workplace, volume 1, Geneva, 1996
38. International Labour Organization, *Encyclopaedia of Occupational Health and Safety*, 4th edition, vol III, Editor in Chief Jeanne Mager Stellman, Geneva, 1998
39. Sullivan, JB, and Kreigar, GR, *Hazardous Material Toxicologi Clinical Principles of Environmental Health*, William and Wilkins, Baltimore, Maryland, USA, 1992
40. Environmental Protection Agency, Air Toxic Website, Summary Reprints, Lead (Pb). [www.epa.gov.htm](http://www.epa.gov.htm), 1997, diunduh 30 April 2008
41. OSHA, OSHA Regulations (Standards-29 CFR). Employee Standard Summary 1910-1025 App B. US Department of Labour. [www.osha-slc.gov/Oshtd\\_data/1910-1025.html](http://www.osha-slc.gov/Oshtd_data/1910-1025.html), 1995, diunduh 30 April 2008
42. Suma'mur, PK, *Higiene Perusahaan dan Keselamatan Kerja*, CV Haji Masagung, Jakarta, 1991
43. Ardiputra, Isa Karmisa, Kebijakan Strategi Pemerintah dalam Penggantian Bensin Bertimbang ke Bensin Tanpa Timbal, Seminar Sehari Mewaspadai Efek Kesehatan Bahan Bakar Minyak : Dari Bensin Bertimbang Hingga Bensin Tanpa Timbal, Swisscontact dan PKKLI-UI, Depok, 2002
44. Riyadina, W, Faktor-faktor Risiko Hipertensi pada Operator Pompa Bensin (SPBU) di Jakarta, *Media Penelitian dan Pengembangan Kesehatan*, 12 (2), 2002, hal 29-35

45. Rahman, S, Khalid, N, Zaidi, HJ et al, Non Occupational Lead Exposure and Hypertension in Pakistani Adults, *Journal Zhejiang University Science*, 7 (9), 2006, p 732-37
46. Fenga, C, Cacciola, A, Martino, LB et al, Relationship of Blood Lead Levels to Blood Pressure in Exhaust Battery Storage Workers, *Industrial Health*, 44, 2006, p 304-309
47. Kepolisian Negara Republik Indonesia Resort Metro Jakarta Barat, *Data Riil Polri dan PNS Menurut DSP Polres Metro Jakbar dan Jajarannya Bulan Mei 2008*
48. Lemeshow, S, Hosmer JR. et al, Adequacy of Sample Size in Health Studies, dalam *Buku Besar Sampel Dalam Penelitian Kesehatan*, Editor Pramono D, Kusnanto H, Gajah Mada University Press, Yogyakarta, 1997
49. Rothman KJ. *Modern Epidemiology*, Boston : Little Brown and Company, 1998
50. Hosmer DW, Lemeshow S, *Applied Logistic Regression*, 2<sup>nd</sup> ed. John Willey & Sons, New York, 2000



## LAMPIRAN – 1

## INSTRUMEN SKRINING

**PENGARUH KADAR TIMBAL DALAM DARAH  
TERHADAP KEJADIAN HIPERTENSI  
PADA POLISI YANG BERTUGAS DI JALAN  
WILAYAH KERJA POLRES JAKARTA BARAT**

No urut sampel	:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Nama sampel	:			
Alamat	:			
Satuan Kerja	:			

Umur  tahun

Masa Dinas di Jalan  tahun

Lama Kerja di jalan  
Rata-rata dalam sehari  jam

Lama Kerja di jalan  
dalam seminggu  jam

## LAMPIRAN – 2

## KUESIONER PENELITIAN

**PENGARUH KADAR TIMBAL DALAM DARAH  
TERHADAP KEJADIAN HIPERTENSI  
PADA POLISI YANG BERTUGAS DI JALAN  
WILAYAH KERJA POLRES JAKARTA BARAT**

No urut sampel	:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Nama sampel	:				
Alamat	:				
Satuan Kerja	:				

**PENGGUNAAN OBAT ANTI HIPERTENSI**

Apakah saat ini Bapak menggunakan obat-obat anti tekanan darah tinggi ?

0    Tidak

1    Ya

**HASIL PENGUKURAN TEKANAN DARAH**

TEKANAN DARAH	1	2	3	RATA-RATA
<b>SISTOLIK</b>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<b>DIASTOLIK</b>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

**HIPERTENSI**

0 = Tidak Hipertensi

1 = Hipertensi

<b>HASIL PENGUKURAN DAN OBSERVASI</b>	
<b>Kadar Pb dalam darah</b>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
<b>Tinggi Badan (dalam cm) :</b>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
<b>Berat Badan (dalam kg) :</b>	<input type="text"/> <input type="text"/>
<b>Obesitas</b> IMT < 18.5 : Underweight IMT 18.5-22.9 : Normal IMT 23-24.9 : Overweight IMT ≥ 25 : Obese	<input type="checkbox"/>

<b>Apakah Ayah / Ibu / saudara kandung menderita tekanan darah tinggi ?</b>	
0	Ayah/ibu/saudara kandung tidak menderita Hipertensi
1	Ayah/ibu/saudara kandung menderita Hipertensi
	<input type="checkbox"/>

## KEBIASAAN MEROKOK

71

Apakah Bapak merokok ?

- 0 Tidak  
1 Ya

Dalam sehari merokok berapa batang rokok ?

Sudah berapa lama merokok (dalam bulan) ?

Indeks Brinkman

- 0 Bukan Perokok / Berhenti merokok  
1 Perokok Ringan (1-200)  
2 Perokok Sedang (201-600)  
3 Perokok Berat (> 600)

## KEBIASAAN MINUM KOPI

Apakah Bapak memiliki kebiasaan minum kopi ?

- 0 Tidak  
1  $Ya \leq 4$  cangkir / hari (1 cangkir = 125 cc)  
2  $Ya > 4$  cangkir / hari (1 cangkir = 125 cc)

## PERILAKU MEMAKAI MASKER

Apakah satuan kerja Bapak menyediakan masker untuk digunakan dalam menjalankan tugas sehari-hari di jalan ?

- 1 = Ya, selalu  
2 = Kadang-kadang  
3 = Tidak pernah

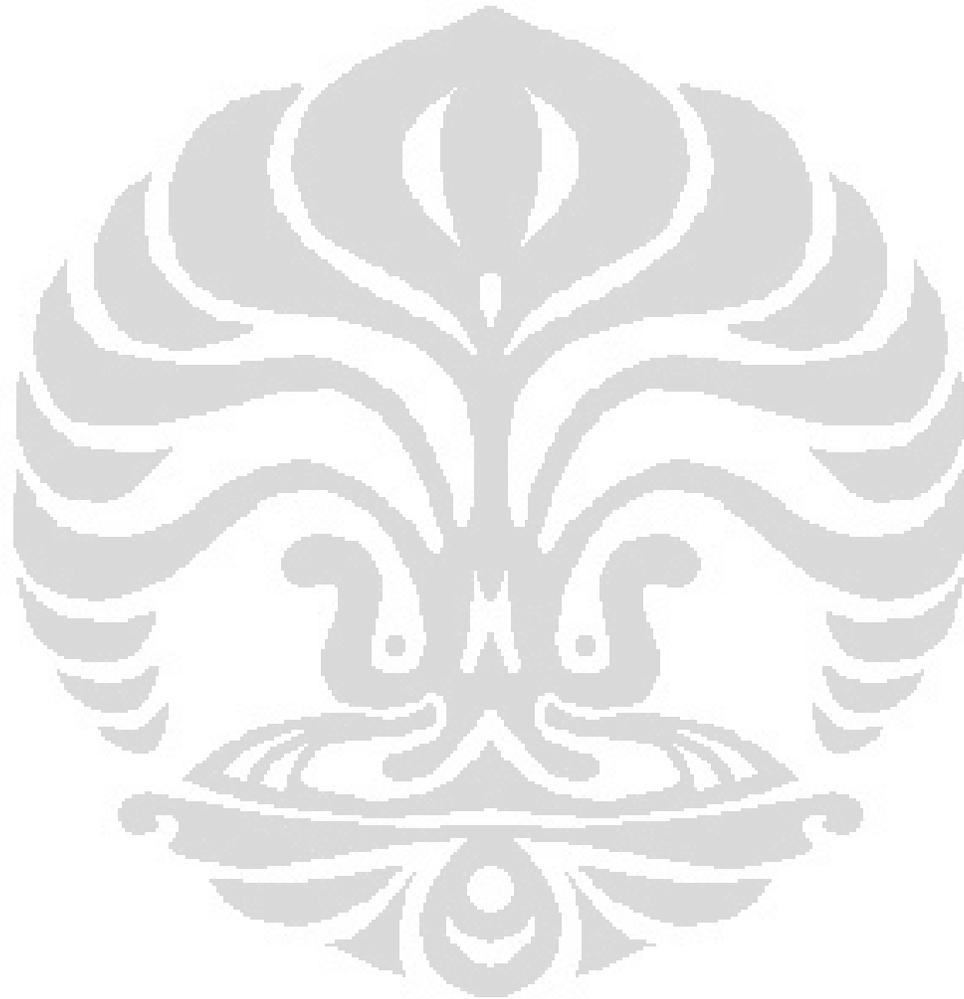
Apakah Bapak memakai masker yang disediakan oleh satuan kerja ataupun yang beli sendiri dalam menjalankan tugas sehari-hari di jalan ?

- 1 = Tidak pernah memakai  
2 = Lebih sering tidak memakai  
3 = Kadang-kadang memakai  
4 = Selalu memakai

**KEBIASAAN OLAHRAGA**

Apakah Bapak secara rutin berolahraga, termasuk senam pagi di kantor, minimal 3x seminggu selama 30 menit ?

- 1 Kadang-kadang
- 2 Ya



**LAMPIRAN – 3****FORMULIR PERSETUJUAN RESPONDEN**

Dengan hormat,

Bapak Polisi, sudilah secara sukarela berpartisipasi dalam penelitian saya yang berjudul :

**“ Pengaruh Kadar Timbal Dalam Darah Terhadap Kejadian Hipertensi Pada Polisi yang Bertugas di Jalan Wilayah Kerja Polres Jakarta Barat”**

Pengumpulan data penelitian ini akan dilaksanakan melalui :

- Wawancara
- Pemeriksaan kesehatan berupa anamnesis, pemeriksaan fisik dan pemeriksaan darah

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kadar timbal dalam darah terhadap kejadian hipertensi pada polisi yang bertugas di jalan wilayah kerja Polres Jakarta Barat.

Sedangkan manfaatnya adalah dapat menjadi masukan dalam melakukan upaya pencegahan dini dan perlindungan terhadap kejadian hipertensi pada bapak polisi yang bertugas di jalan.

Demikianlah penjelasan saya, dengan harapan Bapak berkenan mengikuti penelitian ini, tidak lupa saya sampaikan terimakasih.

Hormat saya,

( Dr.Mirza Fajar Wicaksono )

## LAMPIRAN – 4

## SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama :  
 Umur :  
 Saker :

Telah mendapat penjelasan secukupnya tentang manfaat dan risiko penelitian yang akan dilakukan ini. Saya juga telah mendapat penjelasan tentang wawancara, pemeriksaan fisik dan pemeriksaan darah yang akan dilakukan pada diri saya berkaitan dengan penelitian ini. Untuk itu, saya menyatakan tanpa paksaan dari pihak manapun juga :

**Bersedia / Tidak Bersedia <sup>\*)</sup>**

Berpartisipasi dalam penelitian yang berjudul :

**“ Pengaruh Kadar Timbal Dalam Darah Terhadap Kejadian Hipertensi Pada Polisi yang Bertugas di Jalan Wilayah Kerja Polres Jakarta Barat”**

Saya juga telah diberi penjelasan bahwa semua keterangan yang dikumpulkan pada penelitian ini akan dirahasiakan. Apabila selama penelitian berlangsung saya merasa dirugikan dalam bentuk apapun, maka saya berhak membatalkan persetujuan ini. Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

<sup>\*)</sup> coret salah satu

Saksi,

( ..... )

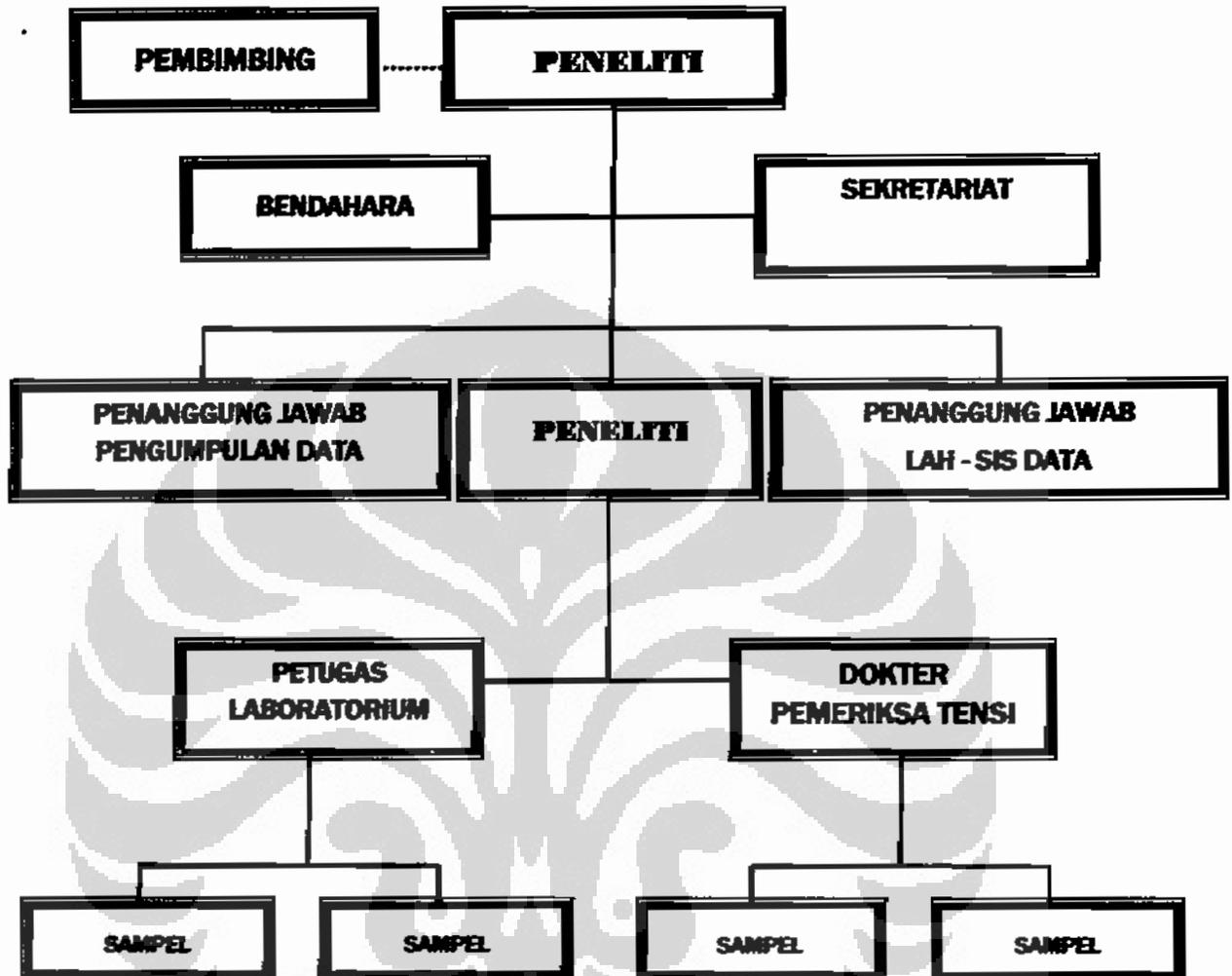
Jakarta,.....

Yang membuat pernyataan,

( ..... )

## LAMPIRAN – 5

## ORGANISASI PENELITIAN



## LAMPIRAN – 6

## JADWAL PENELITIAN

No	KEGIATAN	2 MINGGU						
		1	2	3	4	5	6	
1	<b>TAHAP PERSIAPAN</b>							
	◆ Penyusunan proposal	■						
	◆ Seminar Proposal	■						
	◆ Perbaikan Proposal	■						
	◆ Penetapan Laboratorium	■	■					
	◆ Penetapan Dokter Paru	■	■					
	◆ Penetapan populasi sesuai kriteria inklusi dan eksklusi	■	■					
	◆ Sampling		■					
	◆ Administrasi izin		■					
	◆ Konsultasi Pembimbing		■					
	2	<b>TAHAP PELAKSANAAN</b>						
		◆ Pengumpulan data	■					
		◆ Pengolahan data		■				
		◆ Analisis data			■			
		◆ Konsultasi Pembimbing			■			
	<b>TAHAP AKHIR</b>	◆ Interpretasi hasil			■	■		
		◆ Penyusunan laporan akhir			■	■		
		◆ Seminar hasil					■	
		◆ Perbaikan laporan akhir					■	
◆ Ujian Akhir						■	■	
◆ Konsultasi Pembimbing						■	■	
							■	

## LAMPIRAN – 7

## BIAYA PENELITIAN

1. Honorarium		
▪ Dokter Pemeriksa Tekanan Darah		Rp 1.000.000.-
• Penanggung Jawab 2 x Rp 500.000		Rp 1.000.000 .-
2. Transportasi		Rp 1.000.000 .-
3. Komunikasi		Rp 1.000.000 .-
4. Penggantian Transport		
115 x Rp 50.000		Rp 575.000 .-
5. Pemeriksaan Laboratorium		
115 X Rp 120.000		Rp 13.800.000.-
6. Pengolahan dan Analisis Data		Rp 5.000.000 .-
7. Biaya Penggandaan		Rp 5.000.000 .-
<b>Jumlah</b>		<b>Rp 28.375.000 .-</b>