

Hubungan Kadar Timbel dalam Darah dengan Kadar Hemoglobin dan Hematokrit pada Petugas Pintu Tol Jagorawi

The Correlation of Lead in Blood and Haemoglobin Concentration and Hematocrit Value of Toll Booth Workers at Jagorawi

Tan Malaka* Meiri Iryani**

*Bagian Ilmu Kesehatan Masyarakat Kedokteran Komunitas Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya, **Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Bina Husada

Abstrak

Penelitian tentang hubungan antara kadar timbel dalam darah dengan anemia yang tercermin dalam kadar hemoglobin dan hematokrit pada petugas pintu tol Jagorawi Jakarta. Landasan teori penelitian ini adalah hasil pemantauan kualitas udara Daerah Khusus Ibu Kota (DKI) Jakarta dimana kadar timbel di udara ambien melebihi Baku Mutu Lingkungan (BML) dan adanya petunjuk literatur bahwa timbel memiliki pengaruh negatif terhadap sistem hemopoitik pada manusia. Seratus orang pekerja terpilih untuk penelitian ini. Sebanyak 12% dari pekerja yang merupakan subjek pada penelitian ini tergolong anemia berdasarkan kadar hemoglobin darah dan 10% anemia berdasarkan nilai hematokrit. Kadar timbel darah yang didapatkan pada penelitian ini adalah $20,1 \pm 1,1 \mu\text{gr} \%$ dengan maksimum $22,9 \mu\text{gr} \%$; dengan kadar hemoglobin sebesar $15,2 \pm 1,5 \text{gr} \%$ minimum $9,9 \text{gr} \%$; nilai hematokrit sebesar $45,2 \pm 4,4 \%$, minimum 30%. Seluruh subjek memiliki nilai Pb darah di atas $10 \mu\text{gr} \%$ termasuk 16 wanita dalam usia subur. Secara umum tidak ditemukan asosiasi yang bermakna antara kadar timbel darah terhadap kadar hemoglobin dan hematokrit. Asosiasi yang tidak bermakna antara kadar timbel darah terhadap kadar dan abnormalitas hemoglobin dan hematokrit bersesuaian dengan hasil studi peneliti lainnya yang menyatakan bahwa hubungan bersifat tidak bermakna pada kadar Pb darah di bawah $40 \mu\text{gr} \%$.

Kata kunci: Timbel dalam darah, hemoglobin, hematokrit, baku mutu lingkungan

Abstract

A study on the association of lead in blood and haemoglobin and hematocrit value as a measure of anaemia among toll booth workers at Jagorawi Jakarta, has been conducted. The rational of the study is that high aerial lead content has been reported by the Jakarta environmental authority and health literature indicates that lead is toxic to human hemopoietic system. The toll booth workers are exposed to air pollutants in their day to day work. One hundred workers, randomly selected, participated in the study. On the

haemoglobin concentration, 12% of the study subjects were categorized as anaemia, while on hematocrit values 10% were considered as anaemia. Blood lead concentrations found in this study were $20,1 \pm 1,1 \text{ (mean} \pm \text{SD)} \mu\text{gr} \%$ and the maximum value was $22,9 \mu\text{gr} \%$. The haemoglobin values were $15,2 \pm 1,5 \text{gr} \%$ with a minimum of $9,9 \text{gr} \%$, while the hematocrit values were $45,2 \pm 4,4 \%$ with a minimum of 30%. All blood lead values were above $10 \mu\text{gr} \%$ including 16 women of child-bearing age. In general, no association was found between blood lead and haemoglobin and hematocrit values. This discovery is in line with other studies which found that there is no meaningful association between blood lead and anaemia when the blood lead concentrations were below $40 \mu\text{gr} \%$.

Key words: Blood lead, haemoglobin, hematocrit, environmental quality standards

Pendahuluan

Pencemaran atau polusi udara akibat buangan yang dikeluarkan dari knalpot kendaraan bermotor sangat berbahaya bagi kesehatan manusia. Asap kendaraan bermotor mengandung zat-zat kimia yang dapat mengganggu keseimbangan metabolisme dalam tubuh manusia, antara lain karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NOx), dan timbel (Pb). Zat-zat yang keluar dari knalpot dalam bentuk gas, terbuang ke udara kemudian bersenjawa dengan berbagai polutan sehingga konsentrasi udara terganggu dan terjadi pencemaran udara yang mengganggu kesehatan manusia. Peningkatan jumlah kendaraan dan peningkatan bilangan oktan bensin menambah pencemaran timbel di udara.¹ Hal ini dise-

Alamat Korespondensi: Tan Malaka, IKM-KK FK Universitas Sriwijaya, Kompleks RSU Moh. Husein Palembang, Hp. 08161351533, e-mail: tanmalaka2002@yahoo.com

babkan oleh bahan bakar minyak diberi oktan yang mengandung timbel untuk menyempurnakan pembakaran.²

Kadar timbel di Jakarta rata-rata mencapai $0,5 \mu\text{gr}/\text{m}^3$. Kawasan tertentu seperti terminal bus dan daerah padat lalu lintas, kadar timbel dapat mencapai $2-8 \mu\text{gr}/\text{m}^3$. Daerah pemukiman di Jakarta, kadar timbel di udara pada tahun 1994-1998 mencapai $0,2-1,8 \mu\text{gr}/\text{m}^3$. Kadar timbel udara bervariasi di pedesaan, biasanya kurang dari $1 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ dan mampu mencapai lebih dari $10 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ di daerah perkotaan dan daerah urban. Sedangkan menurut penelitian Jakarta *Urban Development Project*, konsentrasi timbel di Jakarta mencapai $1,7-5 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ pada tahun 2000.

Keberadaan timbel dalam tubuh dapat mengganggu sistem *hemopitik* pada sintese *heme* melalui tiga mekanisme, yakni mengganggu penyatuhan *Glycine* dan *Succinyl Co-Enzyme A*, melalui depresi terhadap *delta-ALAD*, dan melalui gangguan terhadap enzim *Ferrochelatase* yang berfungsi melekatkan besi (Fe) terhadap *protoporphyrin* yang kemudian menjadi *heme* sebagai bagian dari hemoglobin.³ Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kadar timbel di udara serta hubungan antara kadar timbel dalam darah dan faktor lain dengan kejadian anemia pada petugas pintu tol Jagorawi Jakarta tahun 2009.

Metode

Penelitian ini menggunakan desain penelitian survei analitik *cross sectional*, dimana data dikumpulkan secara bersamaan antara konsentrasi timbel dalam darah serta kadar hemoglobin dan hematokrit pada pekerja jalan tol Jagorawi. Pengambilan informasi dengan menggunakan kuesioner mengenai ciri demografik para pekerja yang terpilih. Lokasi penelitian dilakukan pada petugas di pintu tol dan petugas inspeksi jalan tol Jagorawi yang bertugas di Taman Mini Jakarta. Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus tahun 2009. Populasi penelitian adalah petugas pintu tol Jagorawi PT Jasa Marga Jakarta. Jumlah petugas pintu tol Jagorawi PT Jasa Marga Jakarta dengan jumlah pekerja yang telah bertugas setahun atau lebih sebanyak 200 orang. Berdasarkan perhitungan statistik dengan *margin of error* sebesar 10%, didapatkan jumlah sampel sebanyak 68 orang. Namun pada penelitian ini, diambil jumlah yang lebih besar yakni setelah dilakukan *data cleaning* ternyata sampel yang dapat dianalisis sebanyak 100 orang dan diambil secara acak dari populasi.

Hasil

Kadar Timbel di Udara

Kadar timbel di udara Daerah Khusus Ibu Kota (DKI) Jakarta didapatkan dari data sekunder yang merujuk kepada beberapa data dan informasi serta hasil

kunjungan ke Biro Lingkungan Hidup Pemerintah Daerah DKI tahun 2009. Hasil deskripsi statistik variabel numerik berupa umur pekerja, masa kerja, kadar hemoglobin, kadar hematokrit, dan kadar timbel dalam darah meliputi nilai rentang (kisaran), median, modus, nilai rata-rata, standar deviasi, dan variansi untuk masing-masing variabel numerik. Variabel independen umur pekerja terentang pada nilai 22-55 tahun dengan rata-rata umur pekerja 38 tahun dengan nilai modus berumur 32 tahun. Variabel masa kerja didapat rata-rata 5 tahun dengan lama minimal 2 tahun dan maksimal 8 tahun. Nilai kadar hemoglobin rata-rata (15,2 gr%) dengan hemoglobin terkecil (9,9 gr%) dan terbesar (17,9 gr%). Nilai kadar hematokrit didapatkan rata-rata 45,2%, minimum 30%, dan maksimum 57%. Variabel timbel dalam darah, rata-rata pekerja mempunyai kadar timbel 20,1 dengan nilai terendah 18,5 dan tertinggi 22,9 $\mu\text{gr}/\text{m}^3$ (Lihat Tabel 1).

Analisis korelasi sederhana antarvariabel kontinyu dan variabel umur berasosiasi secara bermakna dengan masa kerja. Kadar hemoglobin berkorelasi secara bermakna dengan hematokrit, sedangkan timbel dalam darah tidak berkorelasi secara bermakna dengan variabel lainnya (Lihat Tabel 2).

Uji perbedaan (*t-test*) nilai hemoglobin dan hematokrit berdasarkan jenis kelamin pada semua subjek pekerja ($n = 100$) memperlihatkan bahwa hemoglobin dan hematokrit pada pria dan wanita memang berbeda secara bermakna sesuai dengan literatur ilmu faal. Hal ini mengindikasikan bahwa data yang didapat memiliki validitas internal (Lihat Tabel 3).

Frekuensi abnormalitas hemoglobin dan hematokrit pada semua pekerja yang diteliti, frekuensi anemia berdasarkan nilai hemoglobin adalah 12%, sedangkan anemia berdasarkan nilai hematokrit adalah 10%. Anemia yang terjadi pada para pekerja dapat disebabkan oleh berbagai faktor selain timbel, misalnya gangguan nutrisi atau pendarahan kronik, infeksi (misalnya malaria), dan lain-lain. Untuk memastikan peranan dari timbel terhadap anemia, diperlukan pemeriksaan yang spesifik kadar Zn *protoporphyrin* sesuai petunjuk *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA). Pekerja terpapar timbel wajib dipantau timbel darah dan Zn *protoporphyrin*. Namun, pemeriksaan tersebut tidak dilakukan pada penelitian ini (Lihat Tabel 4 dan 5).

Hubungan Timbel terhadap Hemoglobin dan Hematokrit

Hubungan hemoglobin dan hematokrit darah para pekerja (sampel) terhadap kandungan timbel (dalam darah) merupakan kajian dan interest utama pada penelitian ini. Hal ini didasarkan pada premis bahwa timbel bersifat toksik terhadap sintese *heme*. Oleh karena itu, merupakan hal penting untuk diteliti, sedangkan dalam

Tabel 1. Statistik Deskriptif Variabel Kontinyu (n = 100)

Variabel	Kisaran	Median	Modus	Rata-rata	Standar Deviasi	Variansi
Umur (tahun)	22-55	36	32	38,0	7,1	50,8
Masa kerja (tahun)	2-8	5	4	5,0	1,5	2,2
Hemoglobin (gr%)	9,9-17,9	15,3	15,6	15,2	1,5	2,2
Hematokrit (%)	30-57	46	48	45,2	4,4	19,3
Timbel (µgr%)	18,5-22,9	20,21	20,2	20,1	1,1	1,2

Tabel 2. Hasil Analisis Korelasi Sederhana (r) antarvariabel Kontinyu (Pearson's Correlation)

Variabel	Umur	Masa Kerja	Hemoglobin	Hematokrit	Timbel
Umur (tahun)	1	0,981 **	-0,100	-0,077	-0,151
Masa kerja (tahun)	0,981 **	1	-0,086	-0,070	-0,137
Hemoglobin (gr%)	-0,100	-0,086	1	0,912 **	0,085
Hematokrit (%)	-0,077	-0,070	0,912 **	1	0,071
Timbel (µgr%)	-0,151	-0,137	0,085	0,071	1

*Correlation is significant at the 0,05 level

**Correlation is significant at the 0,01 level

darah terdeteksi kadar timbel anorganik yang menggambarkan adanya pemaparan. Kadar timbel dalam darah yang didapatkan pada penelitian ini berkisar antara 18,5 µgr%-22,9 µgr% (standar deviasi = 1,1) dengan rata-rata sebesar 20,1 µgr%.

Hubungan kadar timbel, hemoglobin, dan hematokrit pekerja berdasarkan hasil uji statistik regresi sederhana (*simple regression*) pada analisis bivariat menunjukkan bahwa kadar timbel berkorelasi positif dengan kadar hemoglobin dan hematokrit dengan koefisien korelasi (r) masing-masing sebesar 0,085 (hemoglobin) dan 0,071 (hematokrit). Hasil ini menunjukkan bahwa semakin meningkat kadar timbel akan menyebabkan semakin meningkat kadar hemoglobin dan hematokrit pekerja. Namun bila dilihat nilai signifikannya, timbel darah terhadap hemoglobin dan hematokrit tidak bermakna pada derajat $p = 0,05$.

Selanjutnya, untuk melihat pengaruh timbel darah terhadap hemoglobin dan hematokrit dengan mengendalikan pengaruh variabel lain berupa umur, masa kerja, jenis kelamin, dan merokok pada saat yang sama maka dilakukan uji regresi linier berganda (Lihat Tabel 5). Model yang digunakan, hemoglobin dan hematokrit dimasukkan dalam persamaan sebagai variabel dependen yang bersifat kontinyu. Dilihat dari partial koefisien regresi timbel terhadap hemoglobin yaitu Beta = 0,063 dengan nilai $p = 0,592$; sedangkan partial koefisien timbel terhadap hematokrit yaitu Beta = 0,148 dengan nilai $p = 0,674$ (tidak signifikan). Walaupun timbel darah tidak mempengaruhi secara bermakna variasi hemoglobin dan hematokrit pada para pekerja,

model yang digunakan memberikan R *square* yang cukup tinggi, masing-masing model sebesar 29%. Hal ini terjadi karena pengaruh variabel jenis kelamin.

Analisis pengaruh timbel darah terhadap abnormalitas hemoglobin dan hematokrit pekerja dilakukan menggunakan model regresi logistik ganda dengan memasukkan hemoglobin dan hematokrit dalam persamaan sebagai normal-abnormal (variabel kategorikal). Hal ini menghasilkan nilai partial koefisien regresi antara kadar timbel terhadap hemoglobin dan hematokrit pekerja masing-masing, yaitu Beta = 0,049 dengan $p = 0,871$ terhadap hemoglobin, Beta = 0,386 dengan $p = 0,267$ terhadap hematokrit. Hasil ini menyatakan tidak terdapat pengaruh yang bermakna pada tingkat signifikansi 0,05. Dengan kata lain, abnormalitas hemoglobin dan hematokrit tidak terlihat sebagai pengaruh timbel darah. Hal ini mungkin terjadi karena kadar timbel yang ditemukan pada penelitian ini semuanya masih dibawah *Biological Exposure Index American Conference on Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)* 2010 sebesar 30 µgr%. Walaupun demikian, kadar yang didapat berada diatas nilai yang dapat dianggap *background level* yakni lebih tinggi dari 1,78 µgr% untuk pria dan 1,19 µgr% untuk wanita. *Literatur* yang lebih lama disebutkan bahwa *background level* adalah 25 µgr%-30 µgr% (Lihat Tabel 6).

Pembahasan

Kadar timbel dalam darah yang didapat pada penelitian ini terbilang cukup tinggi dibandingkan dengan Tugaswati dalam Hamonangan,⁴ dan Suciani,⁵

Tabel 3. Hasil Uji T Variabel Hemoglobin, Hematokrit, Timbel, Umur, dan Masa Kerja terhadap Jenis Kelamin

Variabel	Jenis kelamin	n	Rata-rata	Standar Deviasi	Rata-rata	Standar Eror	t	Nilai p
Hemoglobin (gr%)	Laki-laki	84	15,4905	1,17654	0,12837	6,085	0,000	
	Wanita	16	13,4063	1,62541	0,40635			
Hematokrit (%)	Laki-laki	84	46,1798	3,43633	0,37493	6,083	0,000	
	Wanita	16	39,9375	5,20857	1,30214			
Timbel (µgr%)	Laki-laki	84	20,1288	1,09922	0,11994	0,522	0,603	
	Wanita	16	19,9706	1,16763	0,29191			
Umur (tahun)	Laki-laki	84	38,13	7,277	0,794	0,419	0,676	
	Wanita	16	37,31	6,447	1,612			
Masa kerja (tahun)	Laki-laki	84	5,07	1,495	0,163	0,642	0,522	
	Wanita	16	4,81	1,377	0,344			

Tabel 4. Hasil Uji T Variabel Hemoglobin, Hematokrit, Timbel, Umur, dan Masa Kerja terhadap Kebiasaan Merokok

Variabel	Rokok	n	Rata-rata	Standar Deviasi	Rata-rata	Standar Eror	t	Nilai p
Hemoglobin (gr%)	Tidak merokok	54	15,2648	1,21471	0,1653	0,795	0,428	
	Merokok	46	15,0504	1,72135	0,2538			
Hematokrit (%)	Tidak merokok	54	45,5204	3,50037	0,4763	0,836	0,405	
	Merokok	46	44,7826	5,26588	0,7764			
Timbel (µgr%)	Tidak merokok	54	20,1911	1,13520	0,1545	0,810	0,421	
	Merokok	46	20,0007	1,07367	0,1583			
Umur (tahun)	Tidak merokok	54	38,69	7,394	1,006	1,042	0,300	
	Merokok	46	37,20	6,791	1,001			
Masa kerja (tahun)	Tidak merokok	54	5,19	1,550	0,208	1,143	0,256	
	Merokok	46	4,85	1,398	0,206			

dan jauh lebih rendah dari data Achmadi 1989.⁶ Perlu ditekankan bahwa walaupun kadar timbel di udara telah turun akibat pemakaian bensin tanpa timbel, namun kadar timbel dalam darah tidak serta-merta turun atau rendah. Hal ini terutama disebabkan oleh mobilisasi timbel dari jaringan (*bone deposit*) terutama pada mereka yang memiliki *body burden* yang tinggi akibat pemaparan di masa lampau.^{7,8}

Sebagai *best practice* untuk kadar timbel di udara lingkungan kerja, para praktisi kesehatan kerja umumnya menggunakan rujukan ACGIH dan OSHA yang menetapkan standar untuk timbel di udara lingkungan kerja sebesar 50 µgr/m³.⁹⁻¹¹ Hal ini juga sesuai dengan TLV-TWA ACGIH.⁹ Untuk timbel dalam darah para pekerja, sebagai *best practice* dapat digunakan nilai rujukan (*reference value*) ACGIH,⁹ yang menetapkan *Biological Exposure Index* (BEI) untuk timbel sebesar 30 µgr%. Namun ACGIH,⁹ memberi catatan bahwa untuk wanita dalam usia subur, apabila kandungan timbel dalam darah melebihi 10 µgr%, dapat melahirkan anak dengan risiko kelainan kognitif. Data yang dicatat pada penelitian ini terdapat 16 orang wanita dengan usia subur (*child bearing age*) dengan kadar timbel dalam darah diatas 10 µgr%.

Menurut OSHA,¹¹ apabila kadar timbel di udara lingkungan kerja mencapai 40 µgr/m³ dan pekerja terpapar selama 30 hari atau lebih maka wajib dilakukan surveilans kesehatan. Surveilans kesehatan tersebut meliputi pemeriksaan darah termasuk timbel dan *zinc protoporphyrin* (ZPP). Apabila pemaparan terhadap timbel cukup rendah, yakni dibawah 40 µgr% dalam darah maka pemantauan dilakukan setiap 6 bulan. Apabila timbel dalam seorang pekerja mencapai lebih dari 40 µgr% maka wajib dilakukan pemantauan setiap 2 bulan hingga menurun kurang dari 40 µgr%. Apabila kadar timbel dalam darah mencapai 60 µgr% atau lebih maka US-OSHA,¹¹ mengharuskan pekerja tersebut dipindahkan atau diistirahatkan kemudian dilakukan surveilans setiap bulan dan hanya boleh bekerja kembali setelah kadar timbel dalam darah turun di bawah 40 µgr%. Frekuensi abnormalitas hemoglobin dan hematokrit pada semua pekerja yang diteliti berdasarkan pada Berkow and Fletcher,¹² frekuensi anemia berdasarkan nilai hemoglobin adalah 12%, sedangkan anemia berdasarkan nilai hematokrit adalah 10%. Untuk memastikan peranan timbel terhadap anemia, diperlukan pemeriksaan yang spesifik mengenai kadar Zn *protoporphyrin* sesuai petunjuk OSHA. Pekerja yang terpapar timbel wajib dipantau timbel darah dan Zn *protoporphyrin*

Tabel 5. Analisis Regresi Linier Ganda, Hemoglobin dan Hematokrit sebagai Variabel Dependen

Variabel Independen	Hemoglobin		Hematokrit	
	Beta	Nilai p	Beta	Nilai p
Konstanta	17,147	0,000	4,421	0,552
Umur (tahun)	-0,021	0,826	-0,091	0,687
Masa kerja (tahun)	-0,007	0,987	0,077	0,944
Jenis kelamin	-2,195	0,000	-0,424	0,644
Rokok	0,243	0,368	0,613	0,392
Pb (µgr%)	0,063	0,592	0,049	0,871

R square = 0,297

Kadar hemoglobin sebagai variabel kontinyu

Tabel 6. Hasil Analisis Regresi Logistik Ganda, Hemoglobin sebagai Variabel Dependen

Variabel	Variabel Dependen		Hemoglobin	Variabel Dependen		Hematokrit
	Beta	Nilai p		Beta	Nilai p	
Umur	-0,091	0,687	0,913	-0,140	0,559	0,870
Masa kerja (tahun)	0,077	0,944	1,080	0,462	0,691	1,588
Jenis kelamin	-0,424	0,644	0,655	-0,720	0,384	0,487
Rokok	0,613	0,392	1,847	-0,439	0,562	0,645
Pb (µgr%)	0,049	0,871	1,050	0,386	0,267	1,471
Konstanta	4,421	0,552	83,147	-1,345	0,869	0,261

Cox and Snell R square = 0,041

Nagelkerke R square = 0,079

Hemoglobin sebagai anemia atau nonanemia (dichotomous)

phyrin. Namun pada penelitian ini, pemeriksaan tersebut tidak dilakukan.

Kadar timbel dalam darah dan asosiasinya terhadap hemoglobin dan hematokrit merupakan tema utama dan merupakan hipotesis penelitian ini. Hal ini didasarkan pada landasan teoritis tentang pengaruh patologik timbel terhadap sistem *haemopoetic*, khususnya pada biosintese *heme*.¹³ Pengaruh timbel terhadap sistem *haemopoietic* menyebabkan penurunan produksi *red blood cell* dan menurunnya waktu hidup (*survival time*) akibat gangguan pada membran sel. Sifat anemia yang terjadi adalah *normochrom-normocytic* atau *normochrom-microcytic*. Namun, kejadian pengaruh terhadap *haemopoietic* seperti di atas hanya terjadi pada pemaparan kronis dengan kadar timbel dalam darah 50 µgr% atau lebih. Timbel menekan sintese *heme* melalui inhibisi enzim *Ferochelatase*, akibatnya terjadi peningkatan *protoporphyrin* dalam eritrosit. Hal ini dapat diuji dengan pemeriksaan *Erythrocyte Zn-Protoporphyrin* (ZPP) dengan teknik *Fluorometry*. Selain itu, dapat dilakukan rangsangan dengan *chelat* berupa Ca-EDTA yang dapat memobilisasi timbel dari tulang sehingga terjadi ekskresi timbel dalam urine melampaui 600 µgr/24 jam. Pemeriksaan langsung timbel dalam

tulang, misalnya tibia dan patella, dapat dilakukan dengan teknik *X-Ray Flourescence* (XRF) untuk melihat tingkat *deposisi* timbel dalam tulang. Timbel dalam tulang mencerminkan *body burden*.⁷

Telah banyak penelitian yang mencoba menghubungkan antara kadar timbel dalam darah dan penurunan kadar hemoglobin, mengingat teori yang menyatakan bahwa timbel dapat mengganggu biosintese *heme*. Hasil yang ada pada penelitian ini bersifat konsisten bahwa pada kadar timbel dalam darah dibawah 40 µgr%, tidak terjadi gangguan pada hemoglobin. Data yang dihasilkan pada penelitian yang dilakukan saat ini, maksimum kadar timbel dalam darah adalah 22,89 µgr%. Oleh karena itu, tidak adanya asosiasi yang signifikan antara timbel darah dan hemoglobin seperti yang diperlihatkan pada analisis multivariat. Kenyataan ini juga sesuai dengan hasil penelitian Suciani,⁵ di Universitas Diponegoro yang melakukan pengamatan pada polisi lalu lintas (polantas) di Semarang.

Hubungan atau pengaruh timbel terhadap hematokrit didasarkan pada pengamatan bahwa kondisi anemia yang terjadi bersifat *normochrom-microcytic* atau *normochrom-normocytic*.⁷ Hasil rangkuman yang diberikan oleh *Environmental Protection Agency* (EPA) menya-

takan bahwa pada kadar timbel dalam darah di bawah 40 $\mu\text{gr}\%$ tidak terdapat asosiasi yang bermakna. Hubungan signifikan yang bersifat negatif umumnya terjadi pada kadar diatas 40 $\mu\text{gr}\%$. Hasil pengamatan yang ada pada penelitian ini ternyata memperlihatkan hubungan yang lemah atau tidak bermakna antara hematokrit dengan kadar timbel dalam darah. Oleh karena itu, data tersebut juga memberi konfirmasi pada temuan dan data sebelumnya yang dirangkum oleh EPA.

Ringkasan pengaruh timbel terhadap sistem *haemopoietic* menurut literatur terkini adalah pengaruh mulai terlihat (*observable*) pada kadar 30 $\mu\text{gr}\%$. Penulis mencatat perbedaan data dan informasi ini dengan literatur lama yang umumnya memberikan angka 40 $\mu\text{gr}\%-60 \mu\text{gr}\%$. ACGIH,⁹ mengadopsi data ilmiah yang ada dan menetapkan angka 30 $\mu\text{gr}\%$ sebagai BEI dan merupakan rekomendasi *best practice* untuk para praktisi. Berdasarkan kajian *literatur* termasuk data dan informasi pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa timbel dalam darah ditambah dengan ZPP darah merupakan *best practice* dalam melakukan penilaian risiko kesehatan para pekerja yang terpapar timbel.

Cara pemeriksaan lain adalah dengan menggunakan enzim delta-ALAD dalam urine, baik langsung atau setelah diprovokasi dengan *chelat* seperti Ca-EDTA. Kadar timbel dalam darah menggambarkan tingkat pemaparan yang terbaru, sedangkan ZPP menggambarkan *body burden* terhadap timbel yang sudah diserap lebih lama dan lebih stabil.^{3,7,9,11}

Cara dan teknik pengendalian pemaparan terhadap timbel di udara lingkungan kerja dapat dirujuk pada petunjuk yang dikeluarkan OSHA.¹¹ Hal ini ditegaskan bahwa pendekatan terbaik adalah mengurangi atau menghilangkan pemaparan dengan memberlakukan penghentian pemakaian bensin yang bertimbal (*leaded*) dengan *unleaded gasoline*. Langkah ini merupakan pencegahan yang bersifat primer (*primary prevention*). Dalam kerangka *primary prevention*, pengendalian pajanan secara *engineering* yaitu melakukan perbaikan terhadap ventilasi tempat kerja operator pintu tol. Selain kedua pendekatan diatas, pihak PT Jasa Marga sebaiknya menerapkan program perlindungan pernapasan (*Respiratory Protection Program*, RPP). *Best practice* untuk RPP dapat mengacu pada petunjuk dan peraturan dari US-OSHA.¹¹ Pendekatan kedua adalah melakukan pemantauan biologis (*biological monitoring*) dengan melakukan pemeriksaan timbel darah dan ZPP. Pendekatan ketiga adalah pemeriksaan kesehatan untuk melihat pengaruh multitarget dari timbel terutama terhadap darah (*hematology*), ginjal, dan saraf.³

Kesimpulan

Seluruh sampel mempunyai nilai di atas 10 $\mu\text{gr}\%$,

termasuk 16 wanita dalam usia subur. Secara umum tidak ditemukan asosiasi yang bermakna antara kadar timbel dalam darah terhadap kadar hemoglobin dan hematokrit. Pekerja yang merupakan subjek pada penelitian ini tergolong anemia, berdasarkan kadar hemoglobin darah (12%) atau anemia berdasarkan nilai hematokrit 10%. Masa kerja rata-rata dari sampel pekerja pada penelitian ini adalah 5 tahun dengan standard deviasi = 1,5 tahun. Hasil analisis regresi berganda memperlihatkan bahwa variabel yang berpengaruh terhadap kadar hemoglobin dan volume hematokrit adalah jenis kelamin. Fakta ini sesuai dengan data ilmah yang didapat dalam ilmu faal dimana rata-rata hemoglobin dan hematokrit berbeda pada wanita dan pria, yakni pria lebih tinggi dari wanita. Asosiasi yang tidak bermakna antara kadar timbel dalam darah terhadap kadar dan abnormalitas hemoglobin dan hematokrit sesuai dengan kajian peneliti lain yang menyatakan bahwa hubungan bersifat tidak bermakna pada kadar hemoglobin di bawah 40 $\mu\text{gr}\%$. *Best practice* tentang surveilans kesehatan pekerja yang terpapar timbel adalah pemeriksaan timbel darah, ZPP setiap enam bulan ditambah pemeriksaan kesehatan prajabatan dan berkala.

Saran

Penelitian lebih lanjut yang perlu dilakukan adalah penilaian risiko kesehatan pada wanita usia subur yang terpapar timbel dengan kadar di atas 10 $\mu\text{gr}\%$. Penelitian lanjutan tentang pengaruh *Polymorphism* enzim ALAD terhadap anemia pada para pekerja terpapar timbel. Penelitian lanjutan tentang pengaruh gizi, khususnya elemen Fe dan kalsium terhadap kejadian anemia pada pekerja terpapar timbel. Sebaiknya, surveilans kesehatan pekerja terpapar timbel dibuatkan petunjuk yang jelas oleh Kementerian Tenaga Kerja RI dan Kementerian Kesehatan RI sehingga publik khususnya sektor industri dapat berpartisipasi secara optimal. Perusahaan PT Jasa Marga sebaiknya melakukan surveilans kesehatan dengan pemeriksaan timbel di lingkungan udara *ambient*, lingkungan kerja; biomonitoring yang terdiri dari timbel darah dan ZPP minimum 6 bulan sekali ditambah pemeriksaan kesehatan berkala serta menerapkan program perlindungan pernapasan.

Daftar Pustaka

1. Sastrawijaya A, Tresna. Pencemaran lingkungan. Jakarta: PT Rineka Cipta; 2000.
2. Chafid F, Kaharuddin, Mukhlison. Perhutanan kota. Yogyakarta: Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada; 2004.
3. Patrick L. Lead toxicity: a literature review, alternative medicine review. 2006; 11 (1).
4. Hamongan E. Hasil pengukuran pb di udara ambien Kota Jakarta. Research Report JKPKBPPK. 2003

5. Suciani S. Kadar timbal dalam darah polisi lalu lintas dan hubungannya dengan kadar hemoglobin [tesis]. Semarang: Universitas Diponegoro; 2009.
6. Achmadi UF. Analisis risiko efek pencemaran udara co dan pb terhadap penduduk Jakarta. Depok: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia; 1989.
7. Goldstein DM, Kipen HM. Hematologic disorders in occupational health recognizing and preventing work related disease and injury. Barry SL, David HW, editors. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2000.
8. Skerfving S. Criteria document for Swedish occupational standards: inorganic lead. Stockholm, Sweden: National Institute for Working Life; 2005.
9. ACGIH. American conference of governmental industrial hygienist: tlv-booklet 2009. Cincinnati: ACGIH; 2010.
10. Malaka T. Health risk assessment, theory, and application dalam kuliah pasca sarjana tentang K3-LH lanjut. Palembang: Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Bina Husada; 2008.
11. US-OSHA. Regulations (standards-29 CFR), respiratory protection. 1910,134. 2008 [diakses tanggal 4 Januari 2010]. Diunduh dari: http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_id=12716&p_table=standards.
12. Berkow R, Fletcher AJ. Hematology and oncology (chapter 9). The Merck Manual. 16th ed. Rahway NJ: Merck Research Laboratory; 1992.
13. Harbison RD. Lead (chapter 19). Hamilton and Hardy's Industrial Toxicology. 5th ed. St Louis, Missouri: Mosby-Yearbook Inc; 1998.