

**HUBUNGAN PAJANAN *BENZENE* DENGAN
KADAR FENOL DALAM *URINE* DAN
GANGGUAN SISTEM *HEMATOPOIETIC* PADA
PEKERJA INSTALASI BBM**



**Tesis
Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Mencapai derajat Sarjana S-2**

Magister Kesehatan Lingkungan

**SIGIT PUDYOKO
E4B008012**

**PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG
2010**

PENGESAHAN TESIS

Yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan bahwa tesis yang berjudul :

HUBUNGAN PAJANAN *BENZENE* DENGAN KADAR FENOL DALAM *URINE* DAN GANGGUAN SISTEM *HEMATOPOIETIC* PADA PEKERJA INSTALASI BBM

Dipersiapkan dan disusun oleh
Sigit Pudyoko
E4B008012

Telah dipertahankan di depan dewan penguji pada tanggal Februari 2010 dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Pembimbing I

Pembimbing II

dr. Onny Setiani, Ph.D
NIP 196310191991032001

Ir. Tri Joko, M.Si
NIP 196404211994031002

Penguji I

Penguji II

Nurjazuli, SKM, M.Kes
NIP 196308121995121001

Ir. Feriyandi, M.Kes
NIP 195702211988031001

Semarang, Februari 2010
Universitas Diponegoro
Program Studi Magister Kesehatan Lingkungan
Ketua Program

dr. Onny Setiani, Ph.D
NIP 196310191991032001

PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa tesis ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan di dalamnya tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan lembaga penelitian lainnya. Pengetahuan yang diperoleh dari hasil penerbitan maupun yang belum/tidak diterbitkan sumbernya dijelaskan di dalam tulisan dan daftar pustaka.

Semarang, Februari 2010

Sigit Pudyoko

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Sigit Pudyoko
Tempat dan Tanggal Lahir : Karanganyar, 05 Juli 1979
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Alamat : Komp. TNI AL Graha Jala Yudha,
Jl Teluk Amboina II Blok E no 09 Ciangsana,
Gunung Putri, Bogor, Jawa Barat

Riwayat Pendidikan :

1. Lulus dari SD Negeri III Kalisoro Tahun 1991
2. Lulus dari SMP Negeri II Karanganyar Tahun 1994
3. Lulus dari SMU Negeri I Karanganyar Tahun 1997
4. Lulus dari Institut Teknologi Bandung (ITB) Jurusan Teknik Lingkungan tahun 2001

Riwayat Kerja :

1. Contracted Environmental Engineer di Total Indonesia
2. HSE PT. Pertamina (Persero) Direktorat Pemasaran & Niaga

ABSTRAK

Sigit Pudyoko

HUBUNGAN PAJANAN *BENZENE* DENGAN KADAR FENOL DALAM *URINE* DAN GANGGUAN SISTEM *HEMATOPOIETIC* PADA PEKERJA INSTALASI BBM

xv + 119 halaman + 34 tabel + 7 gambar + 4 lampiran

Salah satu bahan kimia yang berbahaya yang terkandung dalam produk migas, baik produk mentah maupun produk jadi adalah kandungan *benzene*. Keberadaan *benzene* dalam produk migas dapat secara alami terdapat dalam produk tersebut sejak dari proses eksplorasi, maupun *benzene* yang timbul karena adanya proses pengolahan dan produksi. Berdasarkan SNI no 19-0232-2005 tentang nilai ambang batas zat kimia di tempat kerja nilai maksimum yang diijinkan adalah 10 ppm. Benzene merupakan bahan kimia yang diklasifikasikan A2 yaitu zat kimia yang diperkirakan karsinogen untuk manusia (*suspected human carcinogen*). Depo Distribusi Bahan Bakar Minyak (BBM) merupakan salah satu fasilitas untuk menyalurkan BBM ke masyarakat. Dengan kegiatan utama penerimaan, penimbunan dan penyaluran BBM, pekerja Depo Distribusi BBM mempunyai tingkat risiko tinggi terhadap paparan *benzene* dari produk BBM yang dikelola.

Dengan adanya risiko tersebut maka dilakukan penelitian untuk mengetahui hubungan pajanan *benzene* dengan kadar fenol dalam *urine* dan gangguan sistem *hematopoietic* pada pekerja Depo Distribusi BBM. Penelitian dilakukan pada salah satu Depo Distribusi BBM yang ada di Semarang dengan melakukan pengukuran kadar *benzene* di udara, kadar fenol dalam *urine* pekerja, dan profil darah pekerja. Kemudian dilakukan analisa untuk mengetahui apakah terdapat hubungan antara faktor-faktor tersebut.

Dari hasil penelitian terhadap 46 (empat puluh enam) pekerja di Instalasi BBM Semarang didapatkan hasil bahwa adanya indikasi gangguan sistem *hematopoietic*. Sebanyak 29 orang pekerja (63,03 %) mempunyai jumlah netrofil yang tidak normal, 21 orang pekerja (45,65 %) jumlah limfositnya tidak normal, 34 orang pekerja (73,91 %) jumlah monositnya tidak normal, 16 orang pekerja (34,78 %) laju endap darah 1 jamnya tidak normal dan 24 orang pekerja (52,17 %) laju endap darah 2 jamnya tidak normal. Dari hubungan variabel bebas dengan variabel terikat didapatkan terdapat hubungan yang signifikan antara konsentrasi *benzene* di udara dengan profil darah yaitu eosinofil dengan tingkat signifikansi *p value* 0,014 ; *Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration* (MCHC) dengan tingkat signifikansi *p value* 0,034 ; laju Endap Darah (LED) 1 jam dengan tingkat signifikansi *p value* 0,042 dan Laju Endap Darah (LED) 2 jam dengan tingkat signifikansi *p value* 0,024. Selain itu masa kerja juga mempunyai hubungan dengan profil darah yaitu MCHC dengan tingkat signifikansi *p value* 0,05 ; LED 1 jam dengan tingkat signifikansi *p value* 0,010 dan LED 2 jam dengan tingkat signifikansi *p value* 0,007. Dari berbagai faktor yang mempengaruhi Laju Endap Darah (LED) dari hasil analisis

multivariat didapatkan bahwa faktor yang paling dominan mempengaruhi LED 2 jam adalah faktor masa kerja dengan nilai signifikansi p *value* 0,034 dengan tingkat keyakinan 95% CI = 6.245 (1.145 – 34.054).

Kata kunci : Benzene, Fenol Urine, Sistem Hematopoietic, Instalasi BBM

Kepustakaan : 35 (1991 – 2007)

ABSTRACT

Sigit Pudyoko

CORRELATION OF BENZENE EXPOSURE WITH PHENOL URINE AND HEMATOPOIETIC SYSTEM DISORDER AMONG FUEL DISTRIBUTION FACILITY WORKERS

xv + 119 pages + 34 tables + 7 figures + 4 attachments

Benzene is one of dangerous chemical containing in oil and gas product. Existence of benzene in oil and gas product can contain naturally from exploration process or production process. Indonesian regulation or standardization SNI no 19-0232-2005 about exposure limit of chemical in work place has maximum value about 10 ppm. Benzene is chemical that classified in A2 that mean suspected human carcinogen. Fuel Depo Distribution is one of facility in oil and gas industry that has main activity is storage and distribution of fuel. Workers in this facility has high risk to exposure benzene from the activity.

Due to high risk to workers in fuel distribution facility, this is necessary to have research to explore correlation of benzene exposure with phenol urine and hematopoietic disorder . Research was conducted in Semarang Fuel Distribution Facility with activity measure concentration of benzene in ambient air, analysis of worker's phenol urine and blood complete test on worker. Data from laboratory was analyzed correlation of all factors to hematopoietic system disorder.

Result from analysis of 46 workers, there was indication that disorder in hematopoietic system. 29 workers (63,03 %) had abnormal neutrophil, 21 workers (45,65 %) had abnormal lymphocyte, 34 workers (73,91 %) had abnormal monocytes, 16 workers (34,78 %) had abnormal erythrocytes sedimentation rate (ESR) 1 hour abnormal and 24 workers (52,17%) had abnormal erythrocytes sedimentation rate (ESR) 2 hours. Benzene concentration has significant correlation with amount of eosinofil (p value 0,014); *Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration* (p value 0,034) ; Erythrocytes Sedimentation Rate 1 hour (p value 0,042) and Erythrocytes Sedimentation Rate 2 hours (p value 0,024). Worker occupation period had correlation with *Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration* (p value 0,05); Erythrocytes Sedimentation Rate 1 hour (p value 0,01) and Erythrocytes Sedimentation Rate 2 hours (p value 0,007.)blood sedimentation rate for 1 hour and 2 hours. Multivariate analysis was found that dominant factor that interference hematopoietic system was Erythrocytes Sedimentation Rate 2 hours is worker occupation period with significantly p value 0,034 with 95% CI = 6.245 (1.145 – 34.054).

Key Word : Benzene, Phenol Urine, Hematopoietic System, Fuel Distribution Facility

Bibliography : 35 (1991 – 2007)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan rahmat-Nya, sehingga penelitian tesis ini dapat terselesaikan. Penelitian tesis ini tidak akan pernah berhasil tanpa bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Pada kesempatan ini saya menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung saya untuk menyelesaikan penelitian tesis ini antara lain :

1. Bapak Prof. Dr. dr. Susilo Wibowo, MS Med SpAnd, selaku Rektor Universitas Diponegoro yang telah memberikan fasilitas pendidikan,
2. Bapak Prof. Drs. Y. Warella, M.Si, Ph.D, selaku Direktur Pasca Sarjana Universitas Diponegoro yang telah memberikan fasilitas pendidikan,
3. Ibu dr. Onny Setiani, Ph.D, selaku Ketua Program Studi Magister Kesehatan Lingkungan Universitas Diponegoro dan pembimbing I yang telah banyak membantu, memberikan masukan, semangat dan sabar membimbing saya sehingga penelitian tesis ini dapat terselesaikan,
4. Bapak Ir. Tri Joko, M.Si, selaku pembimbing II yang telah membimbing, memberikan semangat dan *sharing* dalam penyelesaian penelitian tesis ini,
5. Bapak Nurjazuli, SKM, M.Kes, selaku penguji I yang telah memberikan masukan dan arahan dalam kesempurnaan tesis ini,
6. Bapak Ir. Feriyandi, M.Kes, selaku penguji II yang telah memberikan masukan dan arahan dalam kesempurnaan tesis ini,
7. Istri tercinta Lia Ardina dan anak-anak tersayang Zahra dan Aziz, yang telah memberikan semangat dan motivasi yang luar biasa untuk dapat menyelesaikan tesis ini,
8. Almarhum Ayah tercinta Sudarno Taruharsono dan Ibunda Kamijah yang telah mendidik sampai seperti saat ini,
9. Bapak dan Ibu Kardjono yang telah memberikan semangat dan dukungannya,
10. Keluarga besar di Tawangmangu dan di Purworejo yang terus memberikan semangat dan motivasinya,

11. Bapak dan Ibu dosen Magister Kesehatan Lingkungan UNDIP yang telah memberikan ilmu dan wawasan selama ini,
12. Manajemen PT Pertamina (Persero) khususnya dari HSE Pertamina Korporat, yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk melanjutkan pendidikan jenjang magister,
13. Bapak Hadi Ismanto selaku *Operation Head* (OH), jajaran manajemen dan pekerja Pertamina Instalasi Pengapion Semarang yang telah mendukung dan memberikan bantuan dalam penyelesaian tesis ini,
14. Pertamina Medical Jawa Tengah Semarang, drg. Khudri, dr. Sindu, Ibu Rostiyati dan dr. Nuzulia, yang telah mendukung dan membantu kesuksesan penelitian tesis ini,
15. Rekan-rekan di S2 MKL 2008 UNDIP, anggota pandawa lima (Sugeng, Andi, Bambang dan Yudhi), dr. Gunadi, Fifti, Ratna, Kombes Slamet, Kombes Setijani, Imelda, Nur, Arum, Ryan, Eko,
16. Semua pihak yang mungkin belum disebutkan di atas.

Semoga Allah SWT membalas semua amal ibadah dan budi baik yang secara ikhlas telah diberikan kepada saya selama ini.

Semarang, Februari 2010

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Pernyataan	iii
Daftar Riwayat Hidup	iv
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vi
Daftar Tabel	ix
Daftar Gambar	xi
Abstrak	xii
Abstract	xiv
BAB I	PENDAHULUAN
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah.....	6
C. Tujuan Penelitian	7
1. Tujuan Umum	7
2. Tujuan Khusus	7
D. Manfaat Penelitian	8
E. Keaslian Penelitian	9
F. Ruang Lingkup	9

	1. Ruang Lingkup Waktu	9
	2. Ruang Lingkup Tempat	10
	3. Ruang Lingkup Materi	10
BAB II	TINJAUAN PUSTAKA	
	A. Dasar Hukum.....	12
	B. <i>Benzene</i>	13
	1. Tata Nama <i>Benzene</i> Tersubsitusi	13
	2. Sifat Fisika dan Kimia	14
	3. Sumber <i>Benzene</i>	16
	4. Pemajanan Benzene	17
	5. Toksikokinetika Benzene	17
	6. Efek Pajanan Benzene	22
	7. Batas Pemajanan Benzene di Lingkungan	33
	C. Darah dan Bagian-bagiannya	36
	1. Plasma	38
	2. Sumsum Tulang	41
	3. Sel Darah Merah (Eritrosit)	42
	4. Leukosit	43
	5. Trombosit dan Hemostatis	50
	6. Sel Mast	51
	7. Faktor Perangsang Koloni Granulosit dan Makrofag	51

	D. Pemantauan Biologis Pada Pemajanan <i>Benzene</i>	53
	1. Biomonitoring dan Penanda Biologi	53
	2. Tes Biologi dari Pajanan Benzene	55
	3. Biomonitoring	55
	4. Penanda Biologi (<i>Biological Marker</i>)	57
	5. Target dan Media Biologi	58
	6. Fenol dalam Urine	59
	E. Kerangka Teori	61
BAB III	METODE PENELITIAN	
	A. Kerangka Konsep	63
	B. Hipotesis	64
	C. Jenis dan Rancangan Penelitian	65
	D. Populasi dan Sampel Penelitian	65
	E. Definisi Operasional Variabel Penelitian	65
	F. Kriteria Inklusi dan Eksklusi	67
	1. Kriteria Inklusi	67
	2. Kriteria Eksklusi	68
	G. Alat Kerja	69
	H. Cara Kerja	71
	I. Teknik Pengolahan dan Analisa Data	77
	1. Pengumpulan Data	77

2. Pengolahan Data	78
3. Analisis Data	79

BAB IV HASIL PENELITIAN

A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian	84
B. Analisa Univariat	86
1. Umur Pekerja	87
2. Komposisi Jenis Pekerja	87
3. Masa Kerja	88
4. Kebiasaan Merokok	88
5. Kadar Benzene di Udara	88
6. Kadar Fenol dalam Urine	90
7. Hasil Uji Profil Darah Pekerja	91
C. Uji Bivariat	92
1. Uji Normalitas	92
2. Hubungan Masa Kerja dengan Fenol Urine dan Profil Darah	92
3. Hubungan Benzene Udara dengan Fenol Urine dan Profil Darah	94
4. Hubungan Fenol Urine dengan Profil Darah	95
5. Hubungan Status Merokok dengan Fenol Urine dan Profil	

	Darah	96
	6. Uji Beda Fenol Urine dan Profil Darah pada Status	
	Merokok	97
	7. Uji Beda Fenol Urine dan Profil Darah pada Jenis	
	Pekerjaan	98
	D. Analisa Multivariat	99
BAB V	PEMBAHASAN	
BAB VI	SIMPULAN DAN SARAN	
	A. Simpulan	115
	B. Saran	117

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Berbagai Penelitian ttg Pengaruh Pajanan Benzene terhadap manusia.....	11
Tabel 2.1	Sifat Fisika dan Kimia Benzene	15
Tabel 2.2	Tingkat Signifikansi Pajanan Benzene (Inhalasi, Akut)	23
Tabel 2.3	Tingkat Signifikansi Pajanan Benzene (Inhalasi, Sedang).....	24
Tabel 2.4	Tingkat Signifikansi Pajanan Benzene (Inhalasi, kronis).....	24
Tabel 2.5	Tingkat Signifikansi Pajanan Benzene (dermal)	25
Tabel 2.6	Tingkat Signifikansi Pajanan Benzene (oral).....	26
Tabel 2.7	Penilaian Karsinogenitas Zat Kimia	34
Tabel 2.8	Benzene sebagai Agen Karsinogenik Berdasar Beberapa Standar.....	35
Tabel 2.9	Batas Pajanan Benzene di Lingkungan Udara	35
Tabel 2.10	Konstituen Darah dan Fungsinya	38
Tabel 2.11	Jumlah Sel Darah Normal Pada manusia.....	46
Tabel 2.12	Faktor-faktor yang Mengatur Sistem Hematopoietic	53
Tabel 2.13	Indikator Monitoring Biologis Pajanan Benzene	56
Tabel 4.1	Deskripsi Umur Pekerja Instalasi BBM Semarang	87
Tabel 4.2	Komposisi Pekerja Instalasi BBM Semarang	87
Tabel 4.3	Deskripsi Masa Kerja Pekerja Instalasi BBM Semarang	88
Tabel 4.4	Deskripsi Status Merokok Pekerja Instalasi BBM Semarang	88
Tabel 4.5	Hasil Pengukuran Emisi <i>Benzene</i> Pada Tangki BBM Semarang	89

Tabel 4.6 Hasil Pengukuran <i>Benzene</i> di Udara <i>Ambient</i> Tahun 2009	89
Tabel 4.7 Paparan Rata-rata <i>Benzene</i> Kepada Pekerja	89
Tabel 4.8 Deskripsi Kadar Fenol dalam <i>Urine</i> Pekerja Instalasi BBM Semarang	90
Tabel 4.9 Deskripsi Fenol dalam Urine Berdasarkan Batas Maksimum.....	90
Tabel 4.10 Hasil Pengukuran Profil Darah Pekerja Instalasi BBM Semarang	
Tahun 2009.....	91
Tabel 4.11 Hasil Pengukuran Profil Darah Pekerja Instalasi BBM Semarang	
Tahun 2009.....	91
Tabel 4.12 Uji Normalitas Data Hasil Penelitian	92
Tabel 4.13 Korelasi Masa Kerja dengan Fenol Urine dan Profil Darah	93
Tabel 4.14 Korelasi <i>Benzene</i> di Udara <i>Ambient</i> dengan Fenol Urine dan Profil	
Darah	94
Tabel 4.15 Korelasi Fenol Urine dengan Profil Darah	95
Tabel 4.16 Korelasi Fenol Urine dengan Profil Darah	95
Tabel 4.17 Hubungan Status Merokok dengan Fenol Urine dan Profil Darah	97
Tabel 4.18 Perbedaan Fenol Urine dan Profil Darah antara Pekerja Merokok dan	
Tidak Merokok	97
Tabel 4.19 Perbedaan Fenol Urine dan Profil Darah antara Pekerja Merokok dan	
Tidak Merokok	98
Tabel 4.20 Perbedaan Fenol Urine dan Profil Darah antara Jenis Pekerjaan	

Berbeda	98
Tabel 4.21 Perbedaan Fenol Urine dan Profil Darah antara Jenis Pekerjaan	
Berbeda	99
Tabel 4.22 Hasil Analisa Regresi Logistrik antara Variable yang Berhubungan	
Yang Berhubungan dengan Laju Endap Darah 1 Jam	100
Tabel 4.23 Hasil Analisa Regresi Logistrik antara Variable yang Berhubungan	
Yang Berhubungan dengan Laju Endap Darah 2 Jam	100

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur dan Nama Senyawa <i>Benzene</i>	15
Gambar 2.2	Metabolisme Benzene	22
Gambar 2.3	Hematokrit	41
Gambar 2.4	Unsur-unsur Leukosit	45
Gambar 2.5	Biotransformasi Xenobiotik	59
Gambar 2.6	Kerangka Terori	62
Gambar 3.1	Kerangka Konsep Hubungan Paparan Benzene dengan Kadar Benzene dalam Darah dan Gangguan Sistem Hematopoietic.....	63

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Dunia industri yang berkembang pesat dan beraneka ragam dengan penggunaan berbagai bahan kimia, salah satu sisi mempunyai dampak positif dengan adanya kesempatan kerja dan peningkatan sektor ekonomi, namun disisi lain mempunyai efek negatif dengan berbagai masalah, dari masalah limbah sampai dengan masalah pengaruh bahan atau produk tersebut terhadap kesehatan pekerja dan manusia. Pekerja merupakan komponen yang terpapar pertama pada saat proses produksi suatu produk industri. Salah satu industri yang berkembang pada saat ini adalah industri perminyakan dan gas (Migas).

Industri migas terkelompokkan menjadi 2 (dua) kelompok besar yaitu industri migas hulu dan industri migas hilir. Industri migas hulu adalah industri migas untuk mencari bahan mentah/baku untuk dapat diproses dan menghasilkan berbagai macam produk migas. Kegiatan utama industri migas hulu adalah eksplorasi dan eksploitasi produk migas yaitu minyak mentah (*crude oil*) dan gas. Sedangkan industri migas hilir masih dikelompokkan lagi menjadi industri pengolahan produk migas dan industri pemasaran dan distribusi migas.

Dalam kegiatan industri migas hilir kegiatan utama adalah mengolah produk migas (*crude oil* dan gas) untuk menjadi produk lain yang menjadi bahan baku ataupun produk jadi

yang langsung dapat dikonsumsi oleh masyarakat/konsumen. Kegiatan lain dalam industri hilir adalah kegiatan untuk memasarkan dan mendistribusikan produk migas agar sampai ke masyarakat atau konsumen. Industri migas merupakan industri yang kompleks dan mempunyai risiko yang tinggi terhadap keselamatan dan kesehatan kerja bagi pekerjanya. Seluruh kegiatan industri migas hulu dan hilir diatur dan diawasi oleh departemen terkait yaitu Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) melalui Dirjen Migas.

Salah satu bahan kimia yang berbahaya yang terkandung dalam produk migas, baik produk mentah maupun produk jadi adalah kandungan *benzene*. Keberadaan *benzene* dalam produk migas dapat secara alami terdapat dalam produk tersebut sejak dari proses eksplorasi, maupun *benzene* yang timbul karena adanya proses pengolahan dan produksi.

Industri migas hilir terutama kegiatan pemasaran dan pendistribusian produk migas khususnya BBM mempunyai proses utama yaitu Penerimaan, Penyimpanan/Penimbunan dan Penyaluran BBM. Untuk kegiatan tersebut industri migas hilir didukung oleh suatu fasilitas yang disebut sebagai Depot/Terminal Transit/Instalasi BBM. Dalam proses tersebut, paparan *benzene* dimungkinkan timbul pada saat penerimaan/pembongkaran baik melalui tangker, mobil tangki dan kereta api. Pada proses penyimpanan BBM paparan *benzene* dimungkinkan timbul pada saat proses pengukuran dan penguapan BBM ke udara. Pada proses penyaluran/distribusi paparan uap BBM timbul pada saat pemuatan BBM dengan mobil tangki. Dalam sistem operasinya Instalasi BBM mempunyai 4 (empat) kegiatan utama yaitu :

1. Kegiatan operasional penerimaan dan penimbunan

Merupakan kegiatan penerimaan BBM melalui *single point mooring* (SPM) untuk dapat disalurkan dan ditimbun pada tangki timbun yang ada di Instalasi BBM. Dalam kegiatan ini pekerja melakukan kegiatan penyambungan selamng bongkar antara SPM dengan kapal tanker, kegiatan pengukuran BBM diatas tangki timbun. Berdasarkan kegiatan ini pekerja mempunyai risiko yaitu kecelakaan kerja dan paparan uap BBM dari proses kegiatan di areal tangki timbun.

2. Kegiatan operasional penyaluran

Merupakan kegiatan dalam menyalurkan BBM dari tangki timbun ke *filling shed* untuk disalurkan ke konsumen melalui mobil tangki. Dalam kegiatan ini pekerja mempunyai risiko kecelakaan kerja dan paparan uap BBM dari proses pengisian BBM di areal *filling shed* dan *gate keeper*.

3. Kegiatan penunjang

Merupakan kegiatan untuk mendukung terlaksanannya proses penerimaan, penimbunan dan penyaluran BBM. Areal operasional kerja pekerja fungsi penunjang berada pada seluruh areal yang ada di Instalasi BBM Semarang.

4. Kegiatan administrasi

Merupakan kegiatan administrasi perkantoran, dimana pekerja administrasi mempunyai areal kerja di lingkungan perkantoran.

Produk Utama yang disalurkan melalui Depot/Instalasi BBM adalah Premium, Pertamina, Pertamina Plus, Kerosene dan Solar. Dari produk-produk tersebut untuk produk kelompok *Gasoline* (premium, Pertamina dan Pertamina plus) mempunyai kadar *benzene* sekitar 1% - 5% berat.¹ Berdasarkan informasi dari *Material Safety Data Sheet* (MSDS) tentang *gasoline*

product oleh HESS *company* menyatakan bahwa kandungan *benzene* kelompok produk gasoline berkisar antara 0,1 – 4,9 %. Produk kelompok *gasoline* mempunyai *flash point* -43°C yang berarti pada suhu kamar 27°C sudah dapat menguap ke udara. Identifikasi bahaya dari produk BBM kelompok *gasoline* salah satunya adalah efek kronis dan karsinogenik yaitu dengan adanya kandungan *benzene* maka mempunyai potensi penyebab terjadinya gangguan system hematopoietic yaitu anemia, lymphoma, dan gangguan penyakit darah yang lain termasuk terjadinya leukemia. Menurut data toksisitas dari *gasoline* yang mengandung *benzene* adalah efek akut dermal LD50 pada kelinci sebesar > 5 ml/kg dan efek akut oral LD50 pada tikus sebesar 18,75 ml/kg.²

Instalasi BBM Semarang merupakan salah satu fasilitas dari PT Pertamina (Persero) yang bertugas untuk melayani masyarakat Semarang dan sekitarnya dalam kebutuhan bahan bakar minyak. Produk yang ada di Instalasi Semarang adalah Premium, Pertamax, Minyak Tanah dan Solar. Kapasitas timbun di Instalasi BBM Semarang sebagai berikut :

1. Produk Premium = 32.264 Kilo Liter
2. Produk Pertamax = 2.954 Kilo Liter
3. Produk Kerosene = 17.882 Kilo Liter
4. Produk Solar = 25.537 Kilo Liter

Dari data tersebut maka Instalasi BBM Semarang mempunyai potensi adanya paparan *benzene* yang cukup tinggi diwilayah kerjanya. Dengan berbagai kegiatan yang ada di Instalasi BBM Semarang maka pekerja mempunyai potensi terpajan uap *benzene* yang dapat mengakibatkan berbagai gangguan kesehatan.

Berdasarkan informasi, kajian dari literatur dan sepengetahuan penulis bahwa untuk Depot/Instalasi BBM di Indonesia belum pernah ada penelitian untuk mengetahui paparan *benzene* di udara maupun kajian untuk gangguan kesehatan para pekerja akibat paparan *benzene* tersebut. Studi atau penelitian pernah dilaksanakan di salah satu kilang minyak di Indonesia tentang observasi kadar *benzene* di lingkungan kerja dilakukan pada tahun 2003 yaitu pada kilang *paraxylene* didapatkan hasil pengukuran dengan rata-rata konsentrasi *benzene* berkisar 0,383 – 0,506 ppm. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan metode *pasive sampling* dengan menggunakan *Organic Vapor Monitoring (OVM)* pada 113 pekerja . Kisaran ini berada di atas batas paparan yang direkomendasikan oleh NIOSH (*National Institute for Occupational Health and Safety*) untuk 8 jam kerja, yaitu sebesar 0,1 ppm. Jika dibandingkan dengan Nilai Ambang Batas (NAB) zat kimia di tempat kerja berdasarkan Surat Ederan Menteri Tenaga Kerja no 01 tahun 1997 dan telah menjadi Standar Nasional Indonesia (SNI) no. 19-0232-2005 batas maksimumnya adalah 10 ppm, namun mempunyai tingkat risiko A2 yang berarti zat kimia yang diperkirakan karsinogen untuk manusia (*suspected human carcinogen*).³

Berbagai penelitian di luar negeri telah banyak dilakukan untuk mengetahui efek paparan *benzene* terhadap kesehatan manusia antara lain adanya gangguan sistem hematopoietic. Penelitian dilakukan baik terhadap binatang maupun penelitian terhadap manusia secara langsung. Penelitian di China oleh Luoping Zhang dari Sekolah Kesehatan Masyarakat Universitas Berkeley California mengenai *Hematotoxicity* kepada pekerja yang terpapar *benzene* konsentrasi rendah menyimpulkan bahwa terjadi gangguan sistem *hematopoietic* pada pekerja yang terpapar *benzene* dalam konsentrasi < 1 ppm. Gangguan sistem *hematopoietic* yang terjadi adalah penurunan darah putih, *granulocytes*, *lymphocytes*, B

Cells dan *Platelets*.⁴ Menurut laporan dari *National Toxicology Program* tentang hasil penelitian pajanan *benzene* pada tikus selama 13 minggu menyimpulkan bahwa untuk tikus dengan jenis kelamin jantan pada pemberian dosis *benzene* > 25 mg/kg terjadi perubahan profil darah yang signifikan antara lain pada hemoglobin, eritrosit, leukosit dan sel darah sedangkan untuk tikus betina perubahan profil darah terjadi pada pemberian dosis > 50 mg/kg yaitu pada eritrosit, leukosit dan sel darah.⁵

B. Perumusan Masalah

Keberadaan *benzene* dalam industri migas khususnya industri pemasaran dan pendistribusian BBM terdapat dalam produk terutama pada produk *gasoline* (premium, pertamax dan pertamax plus). Dari proses penerimaan, penyimpanan dan pendistribusian BBM ini, jika terjadi proses penguapan atau evaporasi dimungkinkan adanya *benzene* yang menguap ke udara yang kemudian dapat masuk atau memapari para pekerja yang menangani ataupun yang berada pada lokasi tersebut. Paparan uap *benzene* kepada pekerja secara terus menerus dapat mengakibatkan gangguan sistem *hematopoietic* dimana akan dapat menimbulkan beberapa perubahan profil darah ataupun jika terpajan dalam waktu yang lama dan atau dalam dosis yang cukup besar dapat menyebabkan leukemia.

Berdasarkan uraian diatas maka penulis membatasi permasalahan yang akan diangkat dalam penelitian ini yaitu :

“Apakah ada hubungan antara pajanan *benzene* di udara dengan kadar fenol dalam *urine* dan gangguan sistem *hematopoietic* pada pekerja Instalasi BBM Semarang”

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara pajanan *benzene* terhadap kadar fenol dalam *urine* dan gangguan sistem *hematopoietic* pada pekerja Instalasi BBM

2. Tujuan Khusus

Tujuan khusus dari penelitian ini antara lain :

- a. Mengukur konsentrasi *benzene* di lokasi Instalasi BBM
- b. Mengukur kadar fenol dalam *urine* pekerja Instalasi BBM
- c. Mengukur profil darah (Hb, Leukosit, Eritrosit, Trombosit, Hematokrit, Eosinofil, Basofil, Netrofil, Limfosit, Monosit, MCV, MCH, MCHC, RDW, LED) pada pekerja Depo/Instalasi BBM
- d. Menganalisis hubungan masa kerja dengan kandungan fenol dalam *urine* pekerja Instalasi BBM
- e. Menganalisis hubungan masa kerja dengan profil darah pekerja Instalasi BBM
- f. Menganalisis hubungan kadar fenol dalam *urine* dengan gangguan sistem *hematopoietic* pekerja Instalasi /BBM
- g. Menganalisis hubungan masa kerja dengan gangguan sistem *hematopoietic* pekerja Instalasi /BBM
- h. Menganalisis hubungan konsentrasi *benzene* di udara dengan gangguan sistem *hematopoietic* pekerja Instalasi /BBM

- i. Menganalisis hubungan status merokok pekerja dengan gangguan sistem *hematopoietic* pekerja Instalasi /BBM

D. Manfaat Penelitian

Beberapa manfaat yang dapat diperoleh dari hasil penelitian ini antara lain :

1. Bagi Peneliti

Sebagai sarana untuk mengaplikasikan ilmu dan kemampuan dalam menganalisis suatu risiko yang ada di industri migas dan pengaruhnya terhadap kesehatan pekerja khususnya pekerja industri distribusi BBM. Peneliti merupakan salah satu pekerja dalam industri migas sehingga dengan mengetahui pengaruh paparan *benzene* kepada pekerja dapat memberikan masukan kepada perusahaan untuk melakukan langkah-langkah dalam mengantisipasi risiko yang lebih tinggi.

2. Bagi Perusahaan

Dengan diketahuinya hubungan paparan *benzene* terhadap risiko kesehatan pekerja maka perusahaan akan dapat lebih hati-hati dan mempunyai tindakan-tindakan preventif untuk menghindarkan pekerja terhadap penyakit akibat kerja karena pengaruh paparan *benzene*. Perusahaan diharapkan dapat menerapkan teknologi yang berguna untuk meminimasi adanya paparan *benzene* kepada pekerja dan lingkungan.

3. Bagi Universitas

Sebagai bahan masukan dalam rangka mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi terutama untuk lingkup kesehatan lingkungan kerja para pekerja di lingkungan industri migas.

E. Keaslian Penelitian

Berbagai studi telah dilaksanakan untuk mengetahui hubungan paparan *benzene* terhadap penyakit yang ditimbulkan khususnya untuk industri migas yaitu industri pengolahan produk migas. Untuk penelitian hubungan pajanan *benzene* dengan kadar fenol dalam *urine* dan gangguan sistem *hematopoietic* terhadap pekerja yang bekerja untuk industri migas khususnya pekerja Instalasi (pendistribusian) BBM ke masyarakat belum pernah dilakukan. Dari hasil penelusuran peneliti terdapat beberapa penelitian tentang pengaruh pajanan *benzene* dapat dilihat dalam tabel 1.1.

F. Ruang Lingkup

1. Ruang Lingkup Waktu

Ruang lingkup waktu yang dilaksanakan untuk melakukan penelitian ini adalah pada bulan Juni – Desember 2009

2. Ruang Lingkup Tempat

Tempat penelitian yaitu pada industri migas khususnya distribusi BBM di lingkungan PT Pertamina (Persero) Instalasi BBM Semarang

3. Ruang Lingkup Materi

Materi yang menjadi bahasan penelitian ini antara lain :

- a. Pengukuran konsentrasi *benzene* di lokasi kerja Instalasi BBM Semarang
- b. Pengukuran kadar fenol dalam *urine* pekerja
- c. Pengukuran hitung darah lengkap pada pekerja (profil darah)
- d. Kuisisioner dan wawancara terhadap pekerja Instalasi BBM Semarang.

Tabel 1.1. Berbagai Penelitian tentang Pengaruh Paparan *Benzene* terhadap Manusia

No	Judul	Peneliti/tahun	Resume	Hasil
1.	Risiko Pemajanan <i>Benzene</i> terhadap Pekerja dan Cara Pemantauan Biologis	Satmoko Wisaksono	<p>- Risiko paparan benzen terhadap pekerja di lingkungan kerja perlu diperhatikan dan dipikirkan cara penanggulangannya.</p> <p>- Dalam hal pemantauan biologis, perlu keseragaman metode agar hasil yang diperoleh mudah ditafsirkan.</p>	<p>Metabolit utama benzen adalah fenol. Pada percobaan menggunakan kelinci, kira-kira 25-50% benzen dimetabolisasi menjadi fenol.</p> <p>Peningkatan kadar fenol dalam urin menunjukkan adanya paparan benzen 8-10 jam sebelumnya. Paparan benzen di udara 25-30 ppm dapat menaikkan ekskresi fenol sampai 100 atau 200 mg/1 urin. Nilai fenol normal dalam urin adalah 20-30 mg/l.</p>
2.	Penilaian gejala umum dan perhitungan darah pada pekerja pabrik benzol	P.V.S Prabhakara Murty, B.Vidyasagar, K.V Laksman Rao/2002	Melakukan penilaian terhadap kadar <i>benzene</i> di lingkungan kerja terhadap jumlah darah merah, darah putih, Hb dan trombosit pada pekerja pabrik benzol di Vizag Stel India. Pekerja dibagi menjadi 2 yaitu pekerja yang terpapar dan pekerja yang tidak terpapar	<ul style="list-style-type: none"> - Jumlah pekerja yang diamati ada 70 pekerja yang terpapar dan 17 pekerja yang tidak terpapar. - Konsentrasi <i>benzene</i> di udara rata-rata adalah $13,5 \pm 7.0$ (SD) ppm - Jumlah rata-rata darah merah $3,89 \pm 0.54$ (SD) juta/mm³, hemoglobin 13.33 ± 1.43 (SD) g/100ml
3.	Pemantauan biologis paparan <i>benzene</i> pada pekerja pompa minyak (<i>petrol</i>) dan	Yeshvandra Verma dan S.V.S Rana /2001	Melakukan penelitian pada pekerja di pompa minyak dan <i>dry cleaners</i> di daerah Meerut (India).	Rata-rata kadar phenol dalam <i>urine</i> petugas pompa minyak lebih tinggi daripada <i>dry cleaners</i> . Namun dari data juga didapatkan bahwa orang dengan konsumsi alkohol juga mempengaruhi tingkat toksisitas <i>benzene</i> dalam metabolisme

Dry Cleaners

4. Paparan *Benzene* pada kapal produksi minyak mentah J. Kirkeleit, T. Riise, M. Bratveit, dan B.E. Moen / 2005 Melakukan penelitian terhadap 42 orang pekerja kapal pengangkut minyak di Negara Norwegia. Pemantauan dilakukan dengan menggunakan badge yang dipasang pada setiap pekerja. Dari hasil pengukuran konsentrasi *benzene* berada dalam kisaran 0,02 – 0,43 ppm. 18% berada dibawah limit, 7% berada di atas ambang batas di tubuh.
5. Pemantauan biologi pajanan *benzene* pada masyarakat yang tinggal dekat dengan industri petrokimia di Korea Yoonho Choi, Dongchun Shin, Seongeun Park, Yong Chung dan Myungsoo Kim / 2004 Melakukan monitoring pajanan *benzene* pada penduduk yang tinggal disekitar pabrik industri petrokimia di China. Sebagai biomarker adalah *s-phenylmercapturic acid* dan *benzene* dalam darah - Hasil pemantauan konsentrasi *benzene* sekitar 6,72ug/m³ (didalam ruang kerja), dan 4,7ug.m³ (diluar ruang kerja)
- Pengukuran kadar *benzene* dalam darah didapatkan hasil dengan range antara 0,127 – 0,584 ppb.
-

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Dasar Hukum

Industri migas merupakan industri yang mempunyai kegiatan dengan tingkat risiko terhadap aspek keselamatan dan kesehatan kerja yang tinggi. Dengan risiko yang tinggi ini maka pemerintah telah mengeluarkan berbagai peraturan untuk mengatur kegiatan migas agar tidak menimbulkan dampak yang berbahaya terhadap pekerja, masyarakat dan lingkungan. Beberapa peraturan terkait antara lain :

1. Undang-Undang no. 1 Tahun 1970 tentang keselamatan dan kesehatan kerja
2. Peraturan Pemerintah No. 19 Tahun 1973 tentang pengaturan dan pengawasan keselamatan kerja di bidang pertambangan
3. Peraturan Pemerintah no. 11 tahun 1979 tentang keselamatan kerja pada pemurnian dan pengolahan minyak bumi
4. Peraturan menteri tenaga kerja dan transmigrasi no. 02 tahun 1980 tentang pemeriksaan kesehatan kerja dalam penyelenggaraan kesematan kerja
5. Peraturan menteri tenaga kerja dan transmigrasi no. 01 tahun 1981 tentang kewajiban melapor penyakit akibat kerja
6. Keputusan Menteri tenaga kerja RI no. KPTS 333 tahun 1989 tentang diagnosis dan pelaporan penyakit akibat kerja
7. Peraturan Menteri tenaga kerja dan transmigrasi no. 05 tahun 1996 tentang Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja.

8. Surat Edaran Menaker No. 01 tahun 1997 tentang nilai ambang batas zat kimia lingkungan kerja, yang telah menjadi SNI no 19-0232-2005 tentang nilai ambang batas di lingkungan kerja.

Setiap industri migas diharapkan untuk melaksanakan dan mentaati peraturan perundangan yang telah ada agar risiko yang timbul dapat dihilangkan atau diminimalisasi.

B. Benzene

Benzene merupakan senyawa aromatik tersederhana. Cincin *benzene* dianggap sebagai induk sama seperti alkana rantai lurus. Gugus alkil, halogen dan gugus nitro dinamai dalam bentuk awalan pada *benzene* itu. Untuk pertama kalinya *benzene* diisolasi dalam tahun 1825 oleh Michael Faraday dari residu minyak yang tertimbun dalam pipa induk gas di London. Dewasa ini sumber utama *benzene*, *benzene* tersubstitusi dan senyawa aromatik lain adalah petroleum. Sampai tahun 1940, terbarubara merupakan sumber utama. Macam senyawa aromatik yang diperoleh dari sumber ini adalah hidrokarbon, fenol dan senyawa heterosiklik aromatik.⁶

1. Tata Nama *Benzene* Tersubstitusi

Banyak senyawa *benzene* mempunyai nama diri, yakni nama yang tak perlu bersistem. Beberapa nama yang lebih lazim digunakan ini dipaparkan dalam gambar 2.1. *Benzene* tersubstitusi diberi nama dengan awalan orto, meta dan para dan tidak dengan nomor-nomor posisi. Awalan orto menunjukkan bahwa kedua substituen itu 1,2 satu sama lain dalam suatu cincin *benzene* ; meta menandai hubungan 1,3 ; para berarti hubungan 1,4. penggunaan orto, meta dan para sebagai

ganti nomor-nomor posisi hanya dipertahankan khusus untuk *benzene* tersubstitusi, sistem ini tidak digunakan untuk sikloheksana atau sistem cincin lain.⁶

2. Sifat Fisika dan Kimia

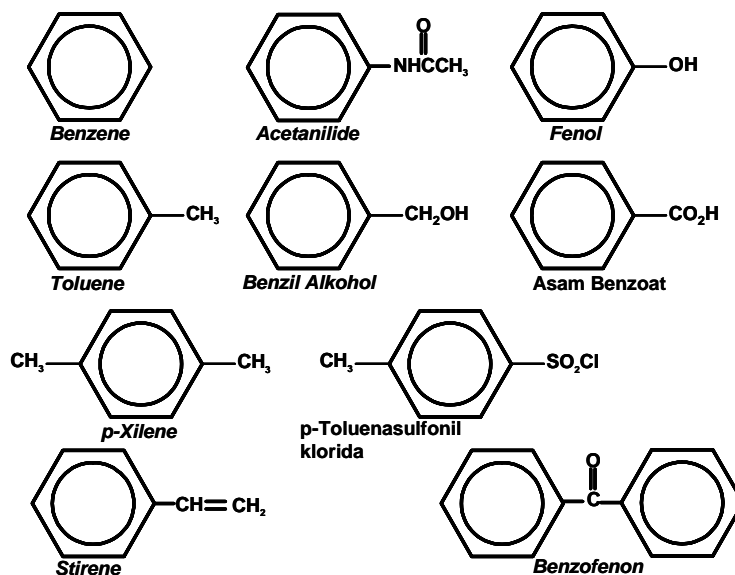
Seperti hidrokarbon alifatik dan alisiklik, *benzene* dan hidrokarbon aromatik lain bersifat non polar. Mereka tak larut dalam air, tetapi larut dalam pelaut organik seperti dietil eter, karbon tetraklorida atau heksana. *Benzene* merupakan senyawa aromatik hidrokarbon yang mempunyai rantai karbon tertutup dengan 6 atom hidrogen yang mempunyai sifat tidak jenuh. *Benzene* sendiri digunakan secara luas sebagai pelarut. *Benzene* secara umum disebut sebagai benzol yang merupakan cairan yang tidak berwarna dengan bau yang segar.

Senyawa *benzene* memiliki sifat yang berguna yakni membentuk azeotrop dengan air (azeotrop yakni campuran yang tersuling pada susunan konstan terdiri dari 91% *benzene* – 9% air dan mendidih pada 69,4°C). Senyawa yang larut dalam *benzene* mudah dikeringkan dengan menyuling azeotrop tersebut. *Benzene* menguap keudara dengan sangat cepat dan cepat terlarut didalam air. *Benzene* sangat mudah terbakar. Secara umum orang dapat mencium bau *benzene* mulai dari konsentrasi 60 ppm sampai dengan 100 ppm dan untuk dapat merasakan *benzene* di air pada konsentrasi 0,5 – 4,5 ppm.⁶

Tabel 2.1 Sifat Fisik dan Kimia *Benzene*

No	Sifat Fisik dan Kimia	Informasi
1.	Rumus kimia	C_6H_6
2.	Berat molekul	78.11 gr/mol
3.	Titik nyala	-11,1°C
4.	Titik leleh	5,5°C
5.	Titik didih	80,1°C
6.	Berat jenis pada suhu 15°C	0,8787 g/L
7.	Kelarutan dalam air pada 25°C	0,188% (w/w) atau 1,8 gr/L
8.	Kelarutan dalam pelarut	Alkohol, kloroform, eter, karbon sulfida, aseton, minyak, karbon tetraklorida, asam asetat glasial
9.	Klasifikasi NFPA	Kesehatan = 2, Penyalaan = 3, Reaktivitas = 0
10.	Klasifikasi HMIS (USA)	Kesehatan = 2, Penyalaan = 3, Reaktivitas = 0
11.	Batas penyalaan	Batas atas 7.8%, batas bawah 1.2%
12.	Batas Paparan	- ACGIH (TWA:0,5 ; STEL:2,5 ppm) - NIOSH (TWA:1,6 STEL: 1 ppm) - OSHA (TWA:1, STEL:5ppm)

Sumber : *MSDS Benzene from Science Laboratory, USA*



Gambar 2.1 : Struktur dan nama beberapa senyawa *benzene* yang umum

3. Sumber *Benzene*

Benzene dapat ditemui di udara, air dan tanah dan dapat bersumber dari kegiatan industri maupun dihasilkan secara alami.

1. Sumber dari Industri

Pada saat ini *benzene* banyak dihasilkan dari industri perminyakan. Dikarenakan penggunaan yang luas, *benzene* menempati peringkat 20 besar dalam jumlah produksi dan produk kimia lain di Amerika Serikat. Berbagai macam industri menggunakan *benzene* untuk membuat produk kimia yang lain seperti *styrene* (sejenis plastik), *cumene* (sejenis resin) dan *cyclhohexane* (untuk nylon dan fiber sintetis). *Benzene* juga digunakan dalam industri manufaktur

seperti industri karet, pelumas, bahan pewarna dan cat, industri sabun, industri obat dan pestisida.

2. Sumber dari Alam

Secara alami *benzene* dihasilkan oleh proses gunung berapi dan kebakaran hutan. *Benzene* secara alami juga terdapat di minyak mentah, bensin dan asap rokok.

Kandungan *benzene* di dalam nafta diperkirakan < 0,5% dan dapat lebih rendah lagi, yaitu sekitar 0,09%, sedangkan karakteristik minyak mentah di Alaska terdiri dari 8% VOC (C1 – C8), 30% senyawa aromatik termasuk *benzene*, sedangkan rasio alkana aromatik = 1,12.

Di dalam bensin, komposisi BTEX (*Benzene, Toluene, Ethylbenzene, Xylene*) dalam persen berat terdiri dari *benzene* (0,12–3,5%), *toluene* (2,73–21,8%), *ethylbenzene* (0,36 – 2,82%), *orto-xylene* (0,68–2,86%), *meta-xylene* (1,77 – 3,87%) dan *para-xylene* (0,77 – 1,58%), total = 6,43 – 36,47% berat.⁷

4. Pemajanan *Benzene*

Setiap orang terpapar *benzene* dalam jumlah yang kecil setiap harinya. Pemaparan ini dapat terjadi di tempat kerja, jalan raya maupun di rumah dimana *benzene* berada di udara bebas. Sumber Utama *benzene* di udara yang terhirup oleh manusia adalah dari asap rokok, bengkel kendaraan bermotor, emisi kendaraan bermotor dan emisi dari kegiatan industri. Uap dari berbagai produk juga mengandung *benzene* antara lain lem, cat, pelapis *furniture*, dan *detergent*. Emisi dari kegiatan industri mempunyai konstribusi sekitar 20% dari total *benzene* yang ada

di udara bebas. Setengah dari konsentrasi *benzene* di udara berdasarkan penelitian di Amerika berasal dari asap rokok, dimana dari rata-rata perokok yang menghabiskan sekitar 32 batang rokok sehari mempunyai kontribusi *benzene* sekitar 1,8 mg per hari.

Kadar *benzene* di udara bebas mempunyai konsentrasi antara 0,002-34 ppb. Orang yang tinggal di kota atau lingkungan industri secara umum dapat terpapar *benzene* dengan kadar yang lebih besar. Orang akan terpapar *benzene* lebih besar lagi jika dia bekerja di industri perminyakan seperti unit pengolahan minyak, SPBU maupun industri *petrochemical*.

5. Toksikokinetika *Benzene*

Benzene dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui saluran pernafasan (tenggorokan dan paru-paru), jalur gastrointestinal dan dapat melalui kulit. Ketika seseorang menghirup *benzene* dalam konsentrasi yang tinggi, maka kira-kira setengah dari konsentrasi tersebut akan masuk ke dalam saluran pernafasan yang kemudian masuk ke dalam aliran darah.

Ketika seseorang terpapar *benzene* melalui makanan dan minuman maka sebagian besar *benzene* akan masuk ke dalam jaringan gastrointestinal dan masuk ke dalam jaringan darah. Sebagian kecil *benzene* akan masuk melalui kulit dengan adanya kontak langsung antara kulit dan *benzene* atau produk yang mengandung *benzene*. Dalam jaringan darah *benzene* akan beredar keseluruh tubuh dan akan disimpan sementara dalam sumsum tulang dan lemak yang kemudian akan dikonversi menjadi produk metabolisme di dalam hati dan sumsum tulang. Sebagai

besar hasil metabolisme akan keluar melalui urin dengan waktu sekitar 48 jam setelah ada paparan.⁷

a. Adsorpsi

Benzene apabila tidak segera dikeluarkan melalui ekspirasi, maka akan diabsorpsi ke dalam darah. *Benzene* larut dalam cairan tubuh dalam konsentrasi rendah dan secara cepat dapat terakumulasi dalam jaringan lemak karena kelaturannya yang tinggi dalam lemak. Uap *benzene* mudah diabsorpsi oleh darah yang sebelumnya diabsorpsi oleh jaringan lemak. Absorpsi *benzene* ke dalam jaringan tubuh dapat melalui beberapa cara yaitu pernafasan (inhalasi), melalui kulit (dermal) dan melalui saluran pencernaan (gastrointestinal).

1) Inhalasi (pernafasan)

Benzene masuk ke dalam tubuh dalam bentuk uap melalui inhalasi dan absorpsi terutama melalui paru-paru, jumlah uap *benzene* yang diinhalasi sekitar 40 - 50% dari keseluruhan jumlah *benzene* yang masuk ke dalam tubuh.

Benzene mudah diabsorpsi melalui saluran pernafasan, ketahanan paru-paru mengabsorpsi *benzene* lebih kurang 50% untuk beberapa jam paparan diantara 2 - 100 cm³/m³.

2) Dermal (kontak kulit)

Diperkirakan dari studi in vitro yang dilakukan pada kulit manusia, bahwa absorpsi *benzene* melalui kulit, lebih kecil dibandingkan dengan total absorpsi, tetapi absorpsi dari gas *benzene* dapat merupakan rute paparan yang signifikan.

3) Gastrointestinal (pencernaan)

Absorpsi *benzene* melalui saluran pencernaan dapat mengakibatkan efek akut yang membahayakan. Efek akut yang terjadi antara lain:

- a) Dapat menyebabkan iritasi pada saluran pencernaan sehingga menyebabkan muntah-muntah.
- b) Dapat mempengaruhi pada sistem syaraf pusat yang dapat menyebabkan kejang, tremor, iritasi, tertekan/depresi, kehilangan keseimbangan dan koordinasi, pening, sakit kepala, kepuatan.
- c) Dapat mengganggu saluran pernafasan yaitu susah bernafas dan konstaksi dada
- d) Dapat mengganggu sistem kardiovaskuler dengan gejala denyut nadi yang melemah ataupun denyut nadi yang semakin kencang
- e) Gangguan pada sistem darah

b. Distribusi

Benzene terdistribusi ke seluruh tubuh melalui absorpsi dalam darah, kerana *benzene* adalah lipofilik, maka distribusi terbesar adalah dalam jaringan lemak. Jaringan lemak, sumsum tulang dan urin mengandung *benzene* kira-kira 20 lebih banyak dari yang terdapat dalam darah. Kadar *benzene* dalam otot dan organ 1-3 kali lebih banyak dibandingkan dalam darah. Sel darah merah mengandung *benzene* dua kali lebih banyak dari pada dalam plasma.

c. Metabolisme

Tahap pertama metabolisme di hati adalah oksidasi *benzene* menjadi *benzene* oksida dengan katalis *cytochrome p-450-dependent-mono-oxygenase*. *Benzene* oksida kemudian mencapai keseimbangan dengan exepin.⁷

Metabolit adalah bahan yang dihasilkan secara langsung oleh reaksi biotransformasi. Setelah reaksi oksidasi ini, beberapa metabolit sekunder akan terbentuk secara enzimatik dan non enzimatik. Biotransformasi *benzene* dalam tubuh berupa metabolit akhir yang utama adalah fenol yang dieksresikan lewat urin dalam bentuk konjugasi dengan asam sulfat atau glukuronat. Sejumlah kecil dimetabolisme menjadi kathekol, karbon dioksida dan asam mukonat. Reaksi metabolisme *benzene* diilustrasikan dalam gambar 2.2.

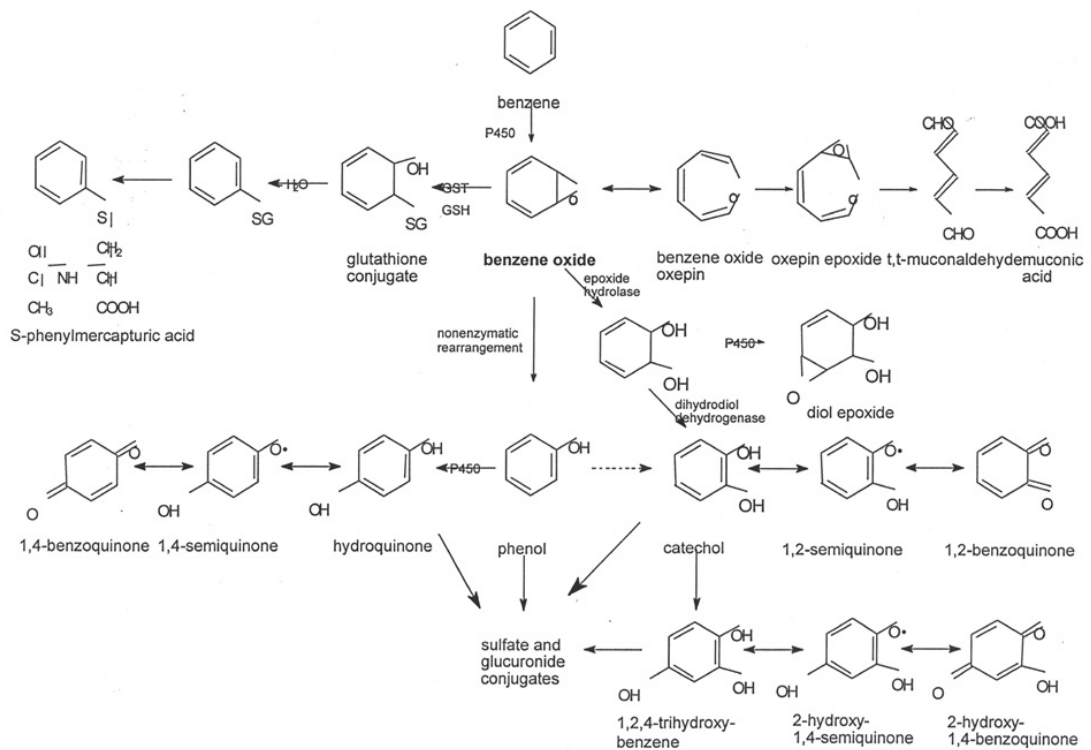
Glukoronida dan konjugat sulfat dari fenol merupakan metabolit *benzene* dalam urin yang paling utama. Konjugat yang lain, kathekol dan quinol, asam *merkapturat*, *trans-trans-muconic acid* dan produk reaksi dari *benzene* dengan guananine, N-7-phenyl-guananine. Karena beberapa bahan kimia juga dimetabolisme oleh sistem enzim yang sama, dapat diperkirakan bahwa kombinasi pajanan secara simultan dapat mengakibatkan interaksi metabolik.

d. Eliminasi dan Ekskresi

Dari beberapa data ditemukan bahwa jika terjadi pajanan *benzene* melalui saluran pernafasan maka rute utama untuk mengurangi *benzene* yang tidak termetabolisme adalah melalui ekshalasi. Penyerapan *benzene* dapat diekskresi melalui proses metabolisme fenol dan *muconic acid* melalui ekskresi urin pada pembentukan konjugasi berupa sulfat dan glukuronides. Diperkirakan bahwa sesudah perpajan *benzene* ditempat kerja pada tingkat $100 \text{ cm}^3/\text{m}^3$, sejumlah 13,2% fenol, 10,2% quinol, 1,9% t,t,muconic acid, 1,6% kathekol dan

0,5% 1,2,4-benzenatriol dari jumlah diabsorbsi, diekskresikan lewat *urine* sesudah jam kerja. Proporsi *benzene* yang diabsorbsi kemudian diekskresikan melalui ekshalasi adalah 8-17%. Sejumlah kecil *benzene* juga terdeteksi dalam urin.

Eliminasi *benzene* di tempat kerja mengikuti kinetika reaksi orde satu, waktu paruh tergantung pada disposisi *benzene* pada beberapa bagian tubuh. Waktu paruh yang lebih pendek dilaporkan kira-kira 10-15 menit, sedang 40-50 menit dan lama 16-20 menit.



Gambar 2.2 : Metabolisme *Benzene*

6. Efek Paparan *Benzene*

Benzene mempunyai sifat yang toksik baik terhadap manusia maupun binatang. Efek toksik *benzene* dapat dikategorikan menjadi 3 (tiga) yaitu efek berdasarkan cara masuknya (port d'entry), efek berdasarkan lama paparan dan efek berdasarkan jenis gangguan kesehatan yang ditimbulkan.

a. Efek Toksik Berdasarkan Cara Masuknya (*Port D'entry*)

1) Efek Toksik Melalui Inhalasi

Efek toksik paparan *benzene* pada konsentrasi tinggi melalui inhalasi dapat mengakibatkan depresi pada susunan syaraf dan dapat mengakibatkan kematian. Penguapan *benzene* dalam konsentrasi tinggi akan menyebabkan keracunan akibat dari penghirupan. Pada tingkat permulaan, *benzene* terutama berpengaruh terhadap susunan syaraf pusat. Tanda-tanda utamanya adalah : mengantuk, pusing, sakit kepala, vertigo dan kehilangan kesadaran.⁸ Efek toksik melalui saluran pernafasan/inhalasi dapat dilihat pada tabel 2.2; 2.3; 2.4

Tabel 2.2 Tingkat Signifikansi Paparan *Benzene* (Inhalasi , Akut)

Efek	Spesies	Durasi/ Frekuensi panjaan	Sistem	NOAEL (ppm)	LOAEL (ppm)	
					Kurang Serius	Serius
Kematian	Manusia	1 hari 5-10 min				2000
Kematian	Tikus	4 jam				13700 (LC50)
Sistemik	Manusia	1-21 hari 2,5 – 8 jam/hari	Respirasi Darah		60 (iritasi membran mukosa)	60 (leukopeni, anemia, trombositopenia, MCV>>)
			Dermal		60 (iritasi kulit)	
Sistemik	Tikus	7 jam/hari	Berat badan	10	50 (berat badan turun)	
Neurologis	manusia	30 menit			300 (sakit kepala)	
Neurologis	manusia	1-21 hari 2,5 – 8 jam/hari			60 (pusing, mual, kelelahan)	

Neurologis	Tikus	6-15 hari 6 jam/hari	300	2200
Reproduksi	Tikus	6-15 hari 6 jam/hari	100	

Sumber : ATSDR (2005)

Tabel 2.3 Tingkat Signifikansi Pejanan *Benzene* (inhalasi , sedang)

Efek	Spesies	Durasi pajanan	Sistem	NOAEL (ppm)	LOAEL (ppm)	
					Kurang serius	Serius
Kematian	Tikus	15 minggu 4-5hari/minggu 4 -7 jam/hari				200 (mati)
Sistemik	Manusia	4 bulan s/d 1 tahun	darah			150
Sistemik	Manusia	4 bulan s/d 1 tahun	darah			210
Sistemik	Manusia	1 tahun	darah		40	
Sistemik	Manusia	1 tahun	darah			29
Sistemik	Tikus	3 minggu 5 hari/minggu 6 jam/hari	darah			500 (berkurang jumlah WBC, RBC,

				Hb)
Neurologis	Tikus	3 minggu		929
		3-4 x 4 jam		
Reproduksi	Tikus	10 minggu	300	
		5hari/minggu		
		6 jam/hari		
Kanker	Manusia	3.5 bulan s/d		29
		19 bulan		(CEL)
Kanker	Tikus	15 minggu		200
		4-5hari/minggu		(CEL)
		4-7 jam/hari		

Sumber : ATSDR (2005)

Tabel 2.4 Tingkat Signifikansi Pejanan *Benzene* (inhalasi , Kronik)

Efek	Spesies	Durasi pajanan	Sistem	NOAEL (ppm)	LOAEL (ppm)	
					Kurang serius	Serius
Kematian	Tikus	104 minggu			200	
		5 hari/minggu				(61% mati)
		4-7 jam/hari				
Sistemik	Manusia	4 bulan s/d 15 tahun	darah		150	
Sistemik	Manusia	14 tahun	darah	0,55		
Sistemik	Manusia	1 – 3 tahun	darah			3 (animea)
Sistemik	Manusia	1 – 3 tahun	darah		25	
					(MCV bertambah)	

Sistemik	Manusia	3 minggu 5 hari/minggu 6 jam/hari	darah	500 (berkurang jumlah WBC, RBC, Hb)
Kanker	Manusia	4-15 tahun		150 (CEL)
Kanker	Manusia	1-10 tahun		10 (CEL)
Kanker	Manusia	1 -14 tahun		63 (CEL)
Kanker	Manusia	1-30 tahun		200 (CEL)

Sumber : ATSDR (2005)

2) Efek Toksik Melalui Kulit

Bila *benzene* memapari manusia melalui kulit, maka akan terjadi proses absorpsi tetapi lebih kecil jika dibandingkan dengan proses absorpsi melalui saluran pernafasan. Jika terkena kulit dapat menyebabkan iritasi dan jika terabsorpsi melalui kulit secara utuh dapat menyebabkan gangguan atau efek pada hati, darah, sistem metabolisme dan sistem pembuangan air kecil.⁷

Tabel 2.5 Tingkat Signifikansi Pejanan *Benzene* (dermal)

Efek	Spesies	Durasi paparan	Sistem	NOAEL (ppm)	LOAEL (ppm)	
					Kurang serius	Serius
Akut						
Sistemik	Manusia	1-21 hari, 2,5-8 jam/hari	Dermal	60 ppm	(membran otot dan iritasi kulit)	
Sistemik	Kelinci	Sekali	Ocular	2	(iritasi)	

Sedang

Sistemik	Tikus	6 minggu, 5 hari/ minggu, 6 jam/hari	Ocular	1 ppm	10 ppm (<i>lacrimation</i>)
----------	-------	---	--------	-------	----------------------------------

Kronis

Sistemik	Manusia	> 1 tahun	Ocular		33 ppm pada laki-laki, 59 ppm pada perempuan(mengaki- batkan iritasi mata)
----------	---------	-----------	--------	--	---

Sumber : ATSDR (2005)

3) Efek Toksik Melalui Oral

benzene bila masuk ke manusia melalui saluran pencernaan dapat mengakibatkan efek akut yang membahayakan.⁷ Efek akut yang terjadi antara lain:

- a) Dapat menyebabkan iritasi pada saluran pencernaan sehingga menyebabkan muntah-muntah.
- b) Dapat mempengaruhi pada sistem syaraf pusat yang dapat menyebabkan kejang, tremor, iritasi, tertekan/depresi, kehilangan keseimbangan dan koordinasi, pening, sakit kepala, keputatan.
- c) Dapat mengganggu saluran pernafasan yaitu susah bernafas dan konstaksi dada
- d) Dapat mengganggu sistem kardiovaskuler dengan gejala denyut nadi yang melemah ataupun denyut nadi yang semakin kencang
- e) Gangguan pada sistem darah

Tabel 2.6 Tingkat Signifikansi Pejanan *Benzene* (oral)

Efek	Spesies	Durasi paparan	Sistem	NOAEL (mg/kg/hari)	LOAEL (mg/kg/hari)	
					Kurang serius	Serius
<i>Akut</i>						
Kematian	Manusia	Sekali			126	
Kematian	Tikus	Sekali			930	
						(LD50)
Sistemik	Tikus	6-15 hari	Renal	1000		
			Dermal			50
			Brn tubuh lainnya	500	1000	
				50	250	
Sistemik	Tikus	1-3 hari	<i>Hepatic</i>		1402	
Neurologi	Manusia	Sekali			126	
Neurologi	Tikus	1 hari		88	1870	
Reproduksi	Tikus	6-15 hari		1000		
Perkembangan	Tikus	6-15 hari		1000		
<i>Sementara</i>						
Kematian	Tikus	52 minggu			250	
		4-5 hr/mgg				
		1x/hari				
Sistemik	Tikus	< 1 tahun	hemato		25	
		5 hr/mgg				
Imunitas	Tikus	60-120 hari			200	
Neurologi	Tikus	60-120 hari		600		
Reproduksi	Tikus	17 minggu		600		
Kanker	Tikus	52 minggu			50	

Kronis

Kematian	Tikus	2 tahun	200 (jantan)
		5 hr/mgg	50 (betina)
Sistemik	Tikus	6.1 tahun	0.29

Sumber : ATSDR (2005)

b. Efek Toksik Berdasarkan Lama Paparan

Lamanya paparan *benzene* baik kepada manusia maupun hewan juga menentukan efek yang ditimbulkannya. Lama paparan dibedakan menjadi 3 (tiga) yaitu : efek toksik akut, efek toksik sedang dan efek toksik kronis.

1) Efek toksik akut (<14 hari)

Efek toksik akut adalah suatu efek yang ditimbulkan *benzene* dimana gejalanya dapat langsung dirasakan dalam waktu yang relatif cepat. Paparan singkat (5-10 menit) pada konsentrasi tinggi 20.000 ppm di udara dapat mengakibatkan kematian pada manusia, konsentrasi 16.000 ppm dengan paparan 4 hari dapat menyebabkan kematian pada tikus dan paparan 36 menit pada konsentrasi 45.000 mengakibatkan kematian pada kelinci. Pada pemberian sesaat pada manusia melalui saluran pencernaan dengan kadar 125 mg/kg/hari juga dapat mengakibatkan kematian. Untuk efek akut *benzene* dapat dilihat pada tabel 2.2 (melalui inhalasi), tabel 2.5 (melalui kulit) dan tabel 2.6 (melalui oral)

2) Efek toksik sedang (15 – 365 hari)

Efek toksik sedang memiliki waktu pajanan selama 15-365 hari. Dari beberapa penelitian efek toksik sedang dari *benzene* didapatkan hasil antara lain kematian, efek sistemik, efek neurologis, kanker, efek sistem imunitas, efek reproduksi. Secara lengkap untuk efek sedang melalui inhalasi dapat dilihat pada tabel 2.3, melalui kulit pada tabel 2.5 dan melalui saluran pencernaan pada tabel 2.6

3) Efek toksik kronis (> 365 hari)

Efek toksik kronis didapatkan pada saat pemajanan dalam jangka waktu yang lama yaitu lebih dari 1 tahun atau 365 hari. Efek yang ditimbulkan oleh *benzene* secara kronis dapat dilihat pada tabel 2.4 untuk efek pajanan melalui inhalasi, tabel 2.5 efek pajanan melalui kulit dan tabel 2.6 efek pajanan melalui saluran pencernaan.

c. Efek Toksik Berdasarkan Efek Terhadap Gangguan Kesehatan

Benzene mempunyai efek terhadap kesehatan manusia, beberapa efek yang ditimbulkan oleh *benzene* antara lain :

1) Kanker

Bukti kuat adanya potensi terjadinya kanker karena paparan *benzene* telah dibuktikan dalam studi cohort pada pekerja di Ohio dan China. EPA, IARC dan departemen kesehatan di Amerika telah menggolongkan *benzene* sebagai bahan toksik yang karsinogenik pada manusia. EPA mengelompokkan *benzene* sebagai katagori A (karsinogenik pada manusia). Berdasarkan data leukimia pada manusia, EPA mendapatkan range risiko untuk *benzene* melalui pernafasan adalah $2,2 \times 10^{-6} - 7,8 \times 10^{-6}$

($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Pada tingkat risiko dari 1×10^{-4} – 1×10^{-7} , berturut-turut konsentrasi udara bebas adalah 13,0–45,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (4–14 ppb) to 0,013–0,045 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,004–0,014 ppb),

Kesimpulan dari beberapa konsensus menyatakan bahwa *benzene* merupakan zat karsinogenik pada manusia berdasarkan data pada penghirupan pada manusia dan juga didukung adanya penelitian pada binatang. Kanker pada manusia disebabkan adanya paparan *benzene* melalui pernafasan dengan lebih berpengaruh pada leukimia akut nonlympocytic (myelocytic), dimana *benzene* merupakan zat karsinogenik pada binatang baik paparan melalui pernafasan maupun melalui saluran pencernaan.⁷

2) Efek Hematological

Penelitian terhadap manusia maupun binatang menunjukkan bahwa *benzene* mempunyai efek toksik yang kuat terhadap bermacam-macam bagian dalam sistem hematologi. Semua jenis sel darah utama dapat terpengaruh (eritrosit, leukosit, dan platelets). Efek lebih keras terjadi ketika terdapat hypoplasia pada sumsum tulang atau sumsum hyperselular menunjukkan ketidakefektifan sistem hematologi sehingga semua tipe sel darah ditemukan berkurang jumlahnya. Ini lebih dikenal sebagai pancytopenia. Kerusakan yang parah pada sumsum tulang termasuk jaringan sel aplasia dikenal sebagai anemia aplasia dan dapat terjadi dengan paparan *benzene* dalam waktu yang lama. Kondisi ini dapat menimbulkan terjadinya leukemia.⁷

Penelitian-penelitian awal tentang paparan *benzene* pada pekerja menunjukkan bahwa paparan kronis terhadap *benzene* di udara dengan konsentrasi 10 ppm atau lebih menghasilkan terjadinya efek buruk pada sistem hematologi dimana terjadi kenaikan kekerapan dengan kenaikan paparan *benzene*.

Penelitian pada binatang mendukung adanya temuan yang signifikan pada manusia terutama pada pengurangan jumlah dari tiga komponen besar darah yaitu sel darah putih, sel darah merah dan *platelets* dan juga bukti yang lain mempunyai efek yang buruk terhadap komposisi unit darah (pengurangan jaringan sel tulang sumsum, hyperplasia dan hypoplasia pada tulang sumsum, hyperplasia granulositik, pengurangan jumlah koloni bentuk sel stem granuloitik dan sel progenitor eritrosit, merusak eritrosit dan bentuk sel eritroblastik) telah dilakukan observasi pada binatang dengan konsentrasi *benzene* berkisar antara 10 – 300 ppm dan di atasnya.

Beberapa penelitian epidemiologi telah menunjukkan efek hematologi (termasuk yang signifikan adalah pengurangan $WBC < RBC$ dan *platelet counts*) pada pekerja yang terpapar secara kronis oleh *benzene* pada konsentrasi dibawah 10 ppm bahkan dibawah 1 ppm.

Secara umum, gejala efek hematologis dapat dibagi atas 3 (tiga) golongan sebagai berikut :⁹

a) Tingkatan awal

Pada tingkat awal dapat terjadi gangguan pembekuan darah yang disebabkan oleh perubahan fungsi, morfologi dan jumlah

trombosit, juga dapat menurunkan pembentukan semua komponen darah. Jika dapat didiagnosis dan segera diobati, dapat sembuh sempurna (*reversibel*)

b) Tingkat lebih lanjut

Pada tingkatan ini, sumsum tulang menjadi hiperplastik kemudian hipoplastik, metabolisme besi terganggu, terjadi perdarahan sistemik. Diagnosis dan pengobatan harus cepat dan tepat serta menghindari pemajanan lebih lanjut. Dalam pemeriksaan, jumlah eritrosit kurang dari 3,5 juta, keukosit kurang dari 4.500, jumlah trombosit menurun, besi meningkat. Bila tidak segera ditangani akan berlanjut ke fase ketiga.

c) Fase ketiga

Dalam fase ini terjadi aplasi sumsum tulang yang progresif. Mungkin ada penekanan regenerasi sumsum tulang dengan adanya kerusakan sel darah tepi, yang akhirnya mengakibatkan kelambatan daya regenerasi.

EPA (*Environmental Protection Agency*) mengklasifikasikan *benzene* sebagai grup A karsinogen dan memperkirakan bahwa pajanan terhadap *benzene* di udara sebesar 0,004 ppm dalam jangka waktu lama berisiko menimbulkan satu kasus leukemia per 10.000 penduduk. EPA juga mengasumsikan bahwa tidak ada nilai ambang batas untuk efek karsinogenik dari *benzene*.

Dari data leukemia pada manusia, EPA mengajukan kisaran unit risiko inhalasi pada $2,2 \times 10^{-6}$ – $7,8 \times 10^{-6}$ terjadi pada konsentrasi

benzene 13,0 – 45,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (4-14 ppb) di udara. Untuk kisaran unit risiko inhalasi 1×10^{-6} – 1×10^{-7} terjadi pada konsentrasi *benzene* 0,013 – 0,045 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,004 – 0,014 ppb) di udara.

Abnormalitas hematologi merupakan perhatian utama dalam penilaian risiko terhadap pajanan *benzene*. Pengujian laboratorium yang dilakukan terhadap pekerja yang terpajan *benzene* mencakup : Hitung darah lengkap (*CBC/Complete Blood Count*) dengan hitung jenis leukosit, hitung eritrosit, hemoglobin, hematokrit, indeks eritrosit (MCV, MCH, MCHC dan hitung trombosit).

3) Efek Immunological dan Lymphoreticular

Benzene telah menunjukkan efek yang buruk terhadap sistem immunological pada manusia pada saat terpajan *benzene* melalui saluran pernafasan pada durasi sedang dan kronis. Efek buruk ini merusak sistem antibodi dan respon selular (leukosit). Penelitian pada manusia pada paparan dengan durasi sedang dan kronis menunjukkan bahwa *benzene* menyebabkan penurunan tingkat sirkulasi leukosit pada pekerja yang terpapar *benzene* kadar rendah (30 ppm) dan menurunkan tingkat sirkulasi sistem antibodi pada pekerja yang terpapar *benzene* dengan konsentrasi 3-7 ppm. Penelitian yang lain juga menunjukkan bahwa terjadi penurunan lymphocytes manusia dan komponen-komponen darah setelah terpapar, efek ini dapat dilihat pada tingkat paparan lingkungan kerja pada konsentrasi 1 ppm atau malah lebih rendah.

Dari informasi ini bahwa efek buruk terhadap sistem immunological dapat terjadi pada manusia setelah mengalami paparan baik melalui saluran pernafasan, kulit maupun saluran pencernaan, sejak terjadi penyerapan *benzene* yang melalui berbagai cara akan meningkatkan risiko kerusakan sistem immunological. Penelitian menunjukkan bahwa sistem immunological dapat mudah terpajan paparan kronis pada konsentrasi rendah, sehingga orang-orang yang tinggal disekitar daerah pembuangan limbah berbahaya dapat terpapar baik melalui udara, air maupun makanan yang tercemar dapat mengakibatkan kerusakan sistem immunological.⁶

4) Efek Neurologis

Pada penelitian yang telah dilakukan pada manusia, mengindikasikan bahwa terdapat hubungan sebab akibat antara efek akut melalui pernafasan pajanan *benzene* pada konsentrasi tinggi dan gejala yang mengindikasikan adanya gangguan pada sistem syaraf pusat. Gejala-gejala ini diobservasi dengan efek akut pajanan non lethal dan lethal yaitu mengantuk, pening, sakit kepala, vertigo, tremor, mengigau, dan kehilangan kesadaran. Gejala-gejala ini timbul pada pekerja yang bekerja pada tempat-tempat yang bermasalah dengan konsentrasi *benzene*.

Maka dapat disimpulkan bahwa efek akut pajanan *benzene* pada manusia dengan durasi sedang dan kronis yang melalui saluran pernafasan dan pencernaan mempunyai efek dan risiko terhadap perkembangan sistem syaraf.⁷

7. Batas Pemajanan *Benzene* di Lingkungan

Konsentrasi suatu bahan berbahaya harus ditetapkan suatu batas atau nilai untuk menentukan apakah konsentrasi tersebut berbahaya bagi manusia maupun lingkungan. EPA (*Environmental Protection Agency*) menyatakan bahwa batas maksimum konsentrasi *benzene* di udara adalah 5 ppb. EPA memperkirakan bahwa konsentrasi *benzene* 10 ppb dalam air minum yang dikonsumsi atau pajanan *benzene* di udara yang diabsorpsi seumur hidup, dapat menyebabkan risiko terkena kanker, 1 per 100.000 orang yang terpajan. Studi yang dilakukan oleh EPA dan International Agency for Research on Cancer (IARC), mengindikasikan bahwa tidak ada tingkat pajanan yang aman dari agen karsinogenik karena tidak cukup data epidemiologi pada manusia, sehingga digunakan data dari binatang percobaan.

Untuk di Indonesia ambang batas *benzene* di udara diatur oleh Surat Edaran Menteri Tenaga Kerja no 01 tahun 1997 yang telah distandarkan menjadi SNI no 19-0232-2005 tahun 2005 tentang nilai ambang batas zat kimia lingkungan kerja dimana batas maksimalnya adalah 10 ppm.

Benzene mempunyai tingkat risiko terhadap kesehatan menurut IARC *benzene* masuk ke dalam kategori kelompok 1. IARC (*International Agency for Research on Cancer*) telah melakukan penilaian dan penggolongan bahan kimia. Tingkat karsinogenik bahan kimia dapat dilihat pada tabel 2.7

Tabel 2.7 Penilaian Karsinogenitas Zat Kimia

Kategori	Karsinogenitas	Jumlah Zat Kimia
----------	----------------	------------------

Kelompok 1	Karsinogenik kepada manusia	66
Kelompok 2a	Kemungkinan karsinogenik kepada manusia	51
Kelompok 2b	Mungkin karsinogenik pada manusia	210
Kelompok 3	Tidak terdapat data yg cukup untuk menyatakan karsinogenik terhadap manusia	454
Kelompok 4	Kemungkinan tidak karsinogenik pada manusia	1

Sumber : IARC

Tabel 2.8 Benzene sebagai Agen karsinogenik Berdasar Beberapa Standar

Lembaga/sumber	Jenis Karsinogenitas
IARC (<i>Internasional Agency for Research on Cancer</i>)	Karsinogenik pada manusia
NTP (<i>National Toxicity Program</i>)	Diketahui karsinogenik
NIOSH (<i>National Institute for Occupational Safety and Health</i>)	Karsinogenik
ACGIH (<i>American Conference on Governmental Industrial Hygienist</i>)	Karsinogenik kuat pada manusia
SNI (Standar Nasional Indonesia) 19-0232-2005	Karsinogenik pada manusia

Sumber : IARC, NTP, NIOSH, ACGIH, SNI

Di Indonesia, peraturan yang mengatur nilai ambang batas (NAB) *benzene* adalah Surat Edaran Menteri Tenaga Kerja no SE-01/MENAKER/1997 yang telah dijadikan SNI no 19-0232-2005 tentang nilai ambang batas faktor kimia di udara lingkungan kerja yaitu sebesar 10 ppm atau 32 mg/m³.

Nilai ambang batas (NAB) yang dikemukakan oleh ACGIH, API, ATSDR, NIOSH, OSHA dan SNI, mempunyai nilai yang berbeda-beda, seperti terlihat pada tabel 2.9.

Tabel 2.9 Batas Paparan *Benzene* di Lingkungan Udara

No	Sumber	Batas Paparan
1.	ACGIH	TLV = 0,5 ppm, STEL = 2,5 ppm
2.	API	Konsentrasi paling aman = 0
3.	ATSDR	MRL paparan akut (<14 hari) = 0,009 ppm MRL paparan sedang (15-364hari) = 0.006 ppm MRL paparan kronik (>365 hari) = 0,003 ppm
4.	NIOSH	REL (8 jam TWA) = 0,1 ppm STEL = 1,0 ppm, IDLH = 500 ppm
5.	OSHA	PEL (8 jam TWA) = 1 ppm, STEL = 5 ppm, AL = 0,5 ppm
6	SNI	10 ppm : A2

Sumber : ATSDR, OSHA, NIOSH, ACGIH, SNI

Keterangan :

ACGIH = *American Conference on Governmental Industrial Hygienist*

API = *American Petroleum Institute*

ATSDR = *Agency for Toxic Substances and Disease Registry*

NIOSH = *National Institute for Occupational Safety and Health*

OSHA = *Occupational Safety and Health Administration*

SNI = Standar Nasional Indonesia

AL = *Action Level*

IDLH = *Immediately Dangerous to Life or Health*

MRL = *Minimal Risk Level*

PEL = *Permissible Exposure Limit*

REL = *Recommended Exposure Limit*

STEL = *Shortterm Exposure Limit*

TLV-TWA= *Threshold Limit Value – Time Weighted Average*

MRL didefinisikan sebagai estimasi pajanan harian pada manusia terhadap bahan kimia yang dianggap tidak merugikan /non karsinogenik selama durasi pajanan tertentu. MRL dapat dihitung bila ada data cukup untuk mengidentifikasi efek pada organ target atau efek kesehatan yang paling sensitif untuk durasi spesifik pada rute pajanan tertentu. MRL hanya berdasar pada efek kesehatan non kanker saja dan tidak mempertimbangkan efek karsinogenik. MRL dapat dinyatakan dalam durasi pajanan akut, sedang dan kronik dengan rute inhalasi.

C. Darah dan Bagian-bagiannya

Darah adalah kendaraan atau medium untuk transportasi masal jarak jauh berbagai bahan antara sel dan lingkungan eksternal atau antara sel-sel itu sendiri. Transportasi semacam ini penting untuk memelihara homeostasis. Darah terdiri dari cairan kompleks, yaitu plasma tempat unsur-unsur sel – eritrosit, leukosit dan trombosit-terbenam di dalamnya.

Eritrosit (sel darah merah) pada dasarnya adalah suatu kantung hemoglobin yang terbungkus membran plasma yang mengangkut O₂ dan CO₂ (dalam tingkat yang lebih rendah) di dalam darah. Leukosit (sel darah putih) atau SDP, unit-unit pertahanan

sistem imun yang mobil, diangkut dalam darah ke tempat-tempat cedera atau invasi mikroorganisme penyebab penyakit. Karena darah sangat penting, harus terdapat mekanisme yang dapat memperkecil kehilangan darah apabila terjadi kerusakan pembuluh darah. Trombosit (keeping darah) penting dalam hemostasis, penghentian perdarahan dari suatu pembuluh yang cedera.¹⁰

Darah membentuk sekitar 8% dari berat tubuh total dan memiliki volume sekitar 5 liter pada wanita dan 5,5 liter pada pria. Darah terdiri dari tiga jenis unsur sel khusus, eritrosit, leukosit dan trombosit, yang terendam dalam cairan kompleks plasma. Pergerakan konstan darah sewaktu mengalir melalui pembuluh darah menyebabkan unsur-unsur sel tersebar relative merata di dalam plasma. Namun apabila suatu sample darah utuh ditaruh dalam sebuah tabung reaksi dan diberi zat untuk mencegah pembekuan, unsure-unsur sel yang lebih berat akan secara perlahan mengendap di dasar dan plasma yang lebih ringan naik ke bagian atas. Proses ini dipercepat oleh perputaran (sentrifugasi), yang dengan cepat menyebabkan sel-sel mengendap di tabung. Karena lebih dari 99% sel adalah eritrosit, hematokrit atau *packed cell volume*, pada dasarnya mewakili persentase volume darah total yang ditempati oleh eritrosit. Plasma membentuk volume sisanya. Hematokrit pada wanita rata-rata adalah 42% dan untuk pria sedikit lebih tinggi yaitu 48% sedangkan volume rata-rata yang ditempati oleh plasma pada wanita adalah 58% pada pria 55%. Sel darah putih dan trombosit yang tidak berwarna dan kurang padat dibandingkan dengan eritrosit mengendap membentuk sebuah lapisan tipis berwarna krem, "*buffy coat*" diatas kolom sel darah merah. Lapisan ini menempati kurang dari 1% volume darah total. Pertama-tama kita akan membahas sifat-sifat bagian darah terbesar, plasma, sebelum mengalihkan perhatian kita pada unsure-unsur sel.

Tabel 2.10 Konstituen Darah dan Fungsinya

Konstituen	Fungsi
<i>Plasma</i>	
Air	Medium transportasi, mengangkut panas
Elektrolit	Eksistabilitas membrane, distribusi osmotik cairan antara cairan intrasel dan ekstrasel, menyangga perubahan pH
Nutrien, zat sisa, gas, hormon	Diangkut dalam darah; gas CO ₂ darah berperan penting dalam keseimbangan asam basa
Protein plasma	Secara umum, menimbulkan efek osmotik yang penting dalam distribusi cairan ekstrasel antara kompartemen vaskuler dan interstisium, menyangga perubahan pH
Albumin	Mengangkut banyak zat; memberi kontribusi terbesar bagi tekanan osmotik
<i>Globulin</i>	
Alfa dan beta	Mengangkut banyak zat; faktor pembekuan; molekul prekursor inaktif
Gama	Antibodi
Fibrinogen	Prekursor inaktif untuk jaringan fibrin pada pembekuan darah
<i>Unsur sel</i>	
Eritrosit	Mengangkut O ₂ dan CO ₂ (terutama O ₂)
<i>Leukosit</i>	
Neutrofil	Fagosit yang memakan bakteri dan debris
Eosinofil	Menyerang cacing parasit; penting dalam reaksi alergi
Basofil	Mengeluarkan histamin, yang penting dalam reaksi alergi, dan heparin yang membantu membersihkan lemak dari darah dan mungkin berfungsi sebagai antikoagulan
Monosit	Dalam transit, untuk menjadi makrofag jaringan
<i>Limfosit</i>	
Limfosit B	Pembentukan antibodi
Limfosit T	Respon imun seluler

Sumber : Fisiologi Manusia dari Sel ke Sistem (Lauralee Sherwood), 2001

1. Plasma

Plasma, karena berupa cairan 90% terdiri dari air yang berfungsi sebagai medium untuk mengangkut berbagai bahand alam darah. Selain itu, karena air memiliki kemampuan menahan panas dengan kapasitas tinggi, pelasma mampu menyerap dan mendistribusikan banyak panas yang dihasilkan oleh metabolisme di dalam jaringan sementara duhu darah itu sendiri hanya mengalami sedikit perubahan. Energi panas yang tidak diperlukan dikeluarkan ke lingkungan ketika darah mengalir ke permukaan kulit.

Sejumlah besar zat organic dan anorganik larut dalam plasma. Konstituen organic yang paling banyak berdasarkan beratnya adalah protein plasma, yang membentuk 6% sampai 8% dari berat total plasma. Konstituen anorganik membentuk sekitar 1% dari berat plasma. Elektrolit (ion) yang paling banyak dalam plasma adalah Na^+ dan Cl^- (garam dapur). Jumlah HCO_3^- , K^+ , Ca^{++} dan ion lain lebih sedikit. Fungsi paling menonjol dari ion-ion cairan ekstrasel (CES) ini adalah peran mereka dalam eksitabilitas membrane, distribusi osmotik cairan antara CES dan sel, dan menyangga perubahan pH. Persentase plasma sisanya ditempati oleh nutrient (misalnya glukosa, asam amino, lemak dan vitamin), produk sisa (kreatinin, bilirubin, dan zat-zat bernitrogen seperti urea), gas-gas larut (O_2 dan CO_2) dan hormon. Sebagian besar dari zat-zat tersebut hanyalah diangkut dalam plasma.¹⁰

Protein plasma adalah sekelompok konstituen plasma yang tidak sekedar diangkut. Komponen-komponen penting ini dalam keadaan normal tetap berada

dalam plasma, tempat mereka melakukan banyak fungsi bermanfaat. Karena merupakan konstituen plasma berukuran terbesar, protein-protein plasma biasanya tidak keluar dari pori-pori di dinding kapiler. Juga, tidak seperti konstituen plasma lainnya yang larut dalam air plasma, protein plasma berada dalam bentuk disperse koloid.

Terdapat tiga kelompok protein plasma, albumin, globulin dan fibrinogen yang dihasilkan berdasarkan berbagai sifat fisik dan kimia mereka. fungsi-fungsi tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Keberadaan mereka sebagai disperse koloid dalam plasma dan kelangkaan mereka membentuk *gradient osmotik* antara darah dan cairan interstisium. Tekanan osmotik koloid ini adalah gaya Utama yang menghambat pengeluaran berlebihan plasma dari kapiler ke dalam cairan interstisium dan dengan kapiler ke dalam cairan interstisium dan dengan demikian membantu mempertahankan volume plasma.
- b. Protein plasma ikut berperan menyangga perubahan pH darah
- c. Protein plasma ikut menentukan kekentalan (viskositas) darah, tetapi dalam hal ini eritrosit jauh lebih penting
- d. Protein-protein plasma dalam keadaan normal tidak digunakan sebagai bahan bakar metabolik, tetapi dalam keadaan kelaparan mereka dapat diuraikan untuk menghasilkan energi bagi sel.

Selain fungsi-fungsi umum diatas, tiap-tiap protein plasma melakukan tugas-tugas khusus :

- a. Albumin, protein plasma yang paling banyak mengikat banyak zat (sebagai contoh bilirubin, garam empedu, dan penisilin) untuk transportasi melalui

plasma dan sangat berperan dalam menentukan tekanan osmotik koloid karena jumlahnya.

b. Terdapat tiga sub kelas globulin : alfa, beta dan gama

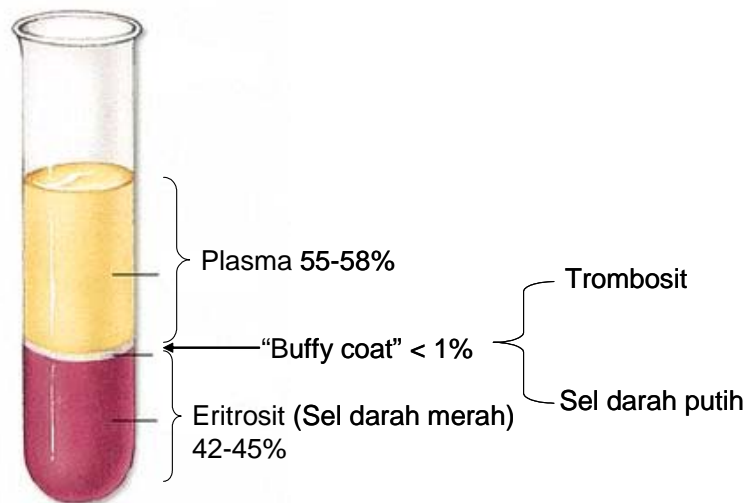
1) Globulin alfa dan beta spesifik mengikat dan mengangkut sejumlah zat dalam plasma, misalnya hormon tiroid, kolesterol, dan besi

2) Banyak faktor yang berperan dalam proses pembekuan darah terdiri dari globulin alfa dan beta

3) Molekul-molekul protein prekursor inaktif, yang diaktifkan sesuai keperluan oleh masukan regulatorik tertentu, termasuk dalam golongan globulin alfa (misalnya angiotensinogen diaktifkan menjadi angiotensin, yang berperan penting dalam pengaturan keseimbangan garam di tubuh)

4) Globulin gama adalah imunoglobulin (antibodi) yang penting bagi mekanisme pertahanan tubuh

c. Fibrinogen adalah faktor kunci dalam proses pembekuan darah



Gambar 2.3 : Hematokrit

2. Sumsum Tulang

Pada orang dewasa, sel darah merah, sebagian besar sel darah putih serta trombosit dibentuk di dalam sumsum tulang. Pada janin, sel darah juga dibentuk di dalam hati dan limpa, sedangkan pada orang dewasa, hematopoiesis ekstrameduler yang demikian dapat terjadi pada penyakit dengan kerusakan atau fibrosis sumsum tulang. Pada anak-anak, sel darah secara aktif dihasilkan di dalam rongga sumsum tulang seluruh tulang. Menjelang usia 20 tahun, sumsum tulang pada rongga tulang panjang menjadi tidak aktif, dengan pengecualian pada tulang humerus atas dan femur. Sumsum tulang seluler yang aktif disebut sebagai sumsum merah, sumsum tulang inaktif yang diinfiltrasi dengan lemak disebut sumsum kuning.¹¹

Pada hakekatnya sumsum tulang merupakan salah satu organ terbesar di dalam tubuh, dengan ukuran dan berat mendekati ukuran dan berat hati. Organ ini juga merupakan salah satu organ yang paling aktif. Pada keadaan normal, 75% dari sel di dalam sumsum tulang termasuk dalam golongan mieloid penghasil sel darah putih dan hanya sekitar 25% merupakan sel darah merah yang sedang mengalami pematangan, walaupun pada kenyataannya jumlah sel darah merah di dalam sirkulasi 500 kali lebih banyak dibandingkan sel darah putih. Perbedaan pada sumsum tulang ini mencerminkan kenyataan bahwa masa hidup rata-rata sel darah putih adalah singkat, sedangkan usia sel darah merah lebih panjang.

Sumsum tulang mengandung sel induk multipoten umum yang akan berdiferensiasi menjadi sel induk khusus, yang selanjutnya berdiferensiasi menjadi berbagai jenis sel yang ditemukan di dalam sumsum tulang dan darah. Jumlah sel induk multipoten umum tidak banyak namun mampu mengambil alih fungsi

sumsum tulang apabila disuntikkan pada seseorang penderita yang seluruh sumsum tulangnya mengalami kerusakan. Nampaknya sel-sel tersebut berkembang menjadi kelompok-kelompok sel induk khusus yang membantu megakariosit, limfosit, eritrosit, eosinofil dan basofil, sedangkan netrofil dan monosit dibentuk oleh prekursor umum. Sel induk pada sumsum tulang juga merupakan sumber dari osteoklas, sel mast, sel dendritik dan sel langerhans.

3. Sel Darah Merah (Eritrosit)

Setiap mililiter darah mengandung rata-rata sekitar 5 miliar eritrosit (sel darah merah) yang secara klinis sering dilaporkan dalam hitung darah merah sebagai 5 juta per milimeter kubik (mm^3). Eritrosit adalah sel gepeng berbentuk piringan yang di bagian tengah di kedua sisinya mencekung, seperti sebuah donat dengan bagian tengah menggepeng bukan berlubang (eritrosit adalah lempeng bikonkaf dengan garis tengah $8 \mu\text{m}$, tepi luar tebalnya $2 \mu\text{m}$ dan bagian tengah tebalnya $1 \mu\text{m}$). Bentuk khas ini ikut berperan melalui dua cara, terhadap efisiensi eritrosit melakukan fungsi mereka mengangkut O_2 dalam darah. Pertama, bentuk bikonkaf menghasilkan luas permukaan yang lebih besar bagi difusi O_2 menembus membran daripada yang dihasilkan oleh sel bulat dengan volume yang sama. Kedua, tipisnya sel memungkinkan O_2 berdifusi secara lebih cepat antara bagian dalam sel dengan eksteriornya.¹⁰

Ciri lain dari eritrosit yang mempermudah fungsi transportasi mereka adalah kelenturan (fleksibilitas) memberan mereka, yang memungkinkan eritrosit berjalan melalui kapiler yang sempit dan berkelok-kelok untuk menyampaikan kargo O_2 mereka ke jaringan tanpa mengalami ruptur dalam prosesnya. Sel darah merah, yang garis tengahnya dalam keadaan normal adalah $8 \mu\text{m}$, mampu mengalami

deformasi pada saat mereka menyelinap satu persatu melalui kapiler yang bahkan bergaris tengah hanya 3 μ m.

Hal paling penting eritrosit yang memungkinkan mereka mengangkut O₂ adalah hemoglobin yang mereka miliki. Molekul hemoglobin terdiri dari 2 (dua) bagian :

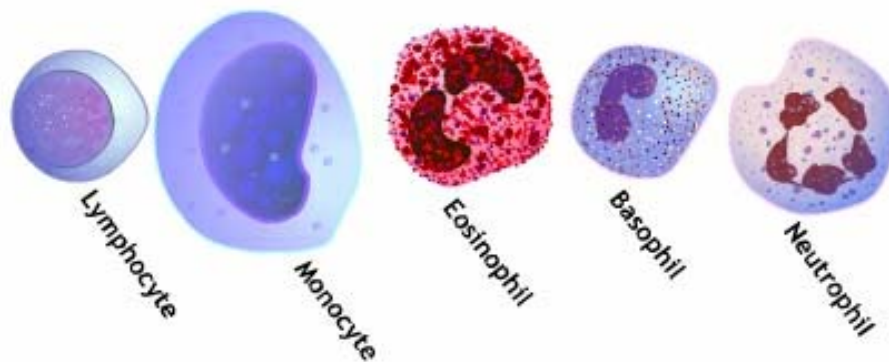
- a. Bagian globin, suatu protein yang terbentuk dari empat rantai polipeptida yang sangat berlipat-lipat
- b. Gugus nitrogenosa non protein mengandung besi yang dikenal sebagai gugus hem (heme) yang masing-masing terikat ke satu polipeptida. Setiap atom besi dapat berikatan secara reversibel dengan satu molekul O₂; dengan demikian, setiap molekul hemoglobin dapat mengangkut empat penumpang O₂. karena O₂ kurang larut dalam plasma, 98,5% O₂ yang diangkut dalam darah terikat pada hemoglobin. Hemoglobin adalah suatu pigmen (yaitu, secara alamiah berwarna), karena kandungan besinya, hemoglobin tampak kemerahan apabila berikatan dengan O₂ dan kebiruan apabila mengalami deoksigenasi. Dengan demikian, darah arteri yang teroksigenasi sempurna tampak merah, dan darah vena yang telah kehilangan sebagian O₂ nya di jaringan memperlihatkan rona kebiruan.

Selain mengangkut O₂, hemoglobin juga dapat berikatan dengan zat-zat berikut :

- a. karbon dioksida, dengan demikian hemoglobin ikut berperan mengangkut gas ini dari jaringan kembali paru.
- b. bagian ion hidrogen asam (H⁺) dari asam karbonat yang terionisasi, yang dibentuk dari CO₂ pada tingkat jaringan. Hemoglobin, dengan demikian menyangga asam ini, sehingga pH terlalu terpengaruh.

c. Karbon monoksida (CO). Gas ini dalam keradan normal tidak terdapat dalam darah tetapi, jika terhirup menempati tempat pengikatan O₂ di hemoglobin, sehingga terjadi keracunan karbon monoksida.

Dengan demikian, hemoglobin berperan penting dalam pengangkutan O₂ sekaligus ikut serta dalam pengangkutan CO₂ dan menentukan kapasitas penyangga dari darah.



Gambar 2.4. unsur-unsur eritrosit

Untuk memaksimalkan kandungan hemoglobinya, sebuah eritrosit dipenuhi oleh ratusan juta molekul hemoglobin dengan menyingkirkan hampir segala sesuatu lainnya. Eritrosit tidak memiliki nucleus, organel atau ribosom. Struktur-struktur ini dikeluarkan ketika masa perkembangan sel untuk menyediakan ruang bagi lebih banyak hemoglobin. Dengan demikian Sel darah merah pada dasarnya adalah suatu kantung terbungkus membrane plasma yang dipenuhi oleh hemoglobin.

Didalam eritrosit matang hanya tersisa sedikit enzim yang tidak dapat diperbarui : enzim-enzim tersebut adalah enzim glikolitik dan karbonat anhidrase. Enzim glikolitik penting untuk menghasilkan energi yang dibutuhkan untuk menjalankan mekanisme transportasi ion-ion didalam sel. Ironisnya, walaupun eritrosit merupakan kendaraan untuk mengangkut O_2 ke semua jaringan tubuh, mereka sendiri tidak dapat menggunakan O_2 yang mereka angkut untuk menghasilkan energi. Eritrosit, karena tidak memiliki mitokondria tempat keberadaan enzim-enzim fosforilasi oksidatif, hanya mengandalkan glikolisis untuk menghasilkan ATP.

Enzim penting lain di dalam sel darah merah adalah karbonat anhidrase, yang penting dalam pengangkutan CO_2 , enzim ini mengkatalis sebuah reaksi kunci yang akhirnya menyebabkan perubahan CO_2 hasil metabolisme menjadi ion bikarbonat (HCO_3^-), yaitu bentuk Utama transportasi CO_2 di dalam darah. Dengan demikian eritrosit ikut serta dalam pengangkutan CO_2 melalui dua cara yaitu pengangkutan dengan hemoglobin dan melalui konversi ke HCO_3^- oleh karbonat anhidrase.

Tabel 2.11 Jumlah Sel Darah Manusia Normal

Sel Darah	Kisaran Nilai Normal
Eritrosit total	5.000.000.000 sel/ml darah
Hitung sel darah merah	5.000.000/mm ³
Leukosit total	7.000.000 sel/ml darah
Hitung sel darah putih	7.000/mm ³

Hitung diferensial sel darah putih	
(distribusi persentase jenis-jeni leukosit)	
Granulosit polimorfonukleus	
Neutrofil	60-70%
Eosinofil	1-4%
Basofil	0,25 – 0,5%
Agranulosit mononukleus	
Limfosit	25 – 33%
Monosit	2-6%
Trombosit total	250.000.000/ml darah
Hitung trombosit	250.000/mm ³

Sumber : Fisiologi Manusia dari Sel ke Sistem (Lauralee Sherwood), 2001

4. Leukosit

Leukosit atau sel darah putih adalah unit-unit yang dapat bergerak (*mobile*) dalam system pertahanan tubuh. Imunitas mengacu pada kemampuan tubuh menahan atau mengeliminasi sel abnormal atau benda asing yang berpotensi merusak. Leukosit dan turunanannya mempunyai fungsi :

- a. menahan invansi oleh pathogen (mikroorganisme penyebab penyakit, misalnya bakteri dan virus) melalui proses fagositosis
- b. mengidentifikasi dan menghancurkan sel-sel kanker yang muncul di dalam tubuh
- c. sebagai petugas pembersih yang membersihkan sampah tubuh dengan mengfagositkan debris yang berasal dari sel yang mati atau cedera. Yang terpenting dalam penyembuhan luka dan perbaikan jaringan.

Untuk melaksanakan fungsinya, leukosit terutama menggunakan strategi “cari & serang” yaitu sel-sel tersebut pergi ke tempat invasi atau jaringan yang rusak.

Leukosit tidak memiliki hemoglobin (berbeda dengan eritrosit), sehingga tidak berwarna (putih) kecuali jika diwarnai secara khusus agar dapat terlihat dibawah mikroskop. Tidak seperti eritrosit, yang strukturnya uniform, berfungsi identik dan jumlahnya konstan, leukosit bervariasi dalam struktur, fungsi, dan jumlah. Terdapat lima jenis leukosit yang bersirkulasi – neutrofil, eosinofil, basofil, monosit, dan limfosit, masing-masing dengan struktur dan fungsi yang khas dengan ukuran sedikit lebih besar daripada eritrosit.¹⁰

Kelima jenis leukosit tersebut dibagi ke dalam dua kategori Utama, bergantung pada gambaran nucleus dan ada tidaknya granula di sitoplasma sewaktu dilihat dibawah mikroskop. Neutrofil, eosinofil dan basofil dikategorikan sebagai granulosit (sel yang mengandung granula) polimorfonukleus (banyak bentuk nucleus). Nucleus sel-sel ini tersegmentasi menjadi beberapa lobus dengan beragam bentuk dan sitoplasma mereka mengandung banyak granula terbungkus membran. Terdapat tiga jenis granulosit berdasarkan afinitas mereka terhadap zat warna, eosinofil memiliki afinitas terhadap zat warna merah eosin, basofil cenderung menyerap zat warna biru basa, dan neurofil bersifat netral, tidak memperlihatkan kecenderungan zat warna. Monosit dan limfosit dikenal sebagai agranulosit (sel tanpa granula) mononukleus (satu nucleus) keduanya memiliki sebuah nucleus besar tidak bersegmen dan sedikit granula. Monosit lebih besar daripada limfosit dan

memiliki nucleus berbentuk, oval atau seperti ginjal. Limfosit. Leukosit terkecil ditandai oleh nucleus bulat besar yang menempati sebagian besar sel.

Neurofil adalah spesialis fagositik. Sel-sel ini selalu merupakan sel pertahanan Pertama pada invasi bakteri dan dengan demikian sangat penting dalam respon peradangan. Selain itu mereka melakukan pembersihan debris. Seperti yang dapat diperkirakan berdasarkan fungsi-fungsi ini, peningkatan jumlah neutrofil dalam darah biasanya terjadi pada infeksi pada bakteri akut. Pada kenyataannya, hitung jenis sel (penentuan proporsi setiap jenis leukosit yang ada) dapat bermanfaat untuk membuat perkiraan yang cukup akurat mengenai apakah suatu infeksi, misalnya pneumonia atau meningitis, disebabkan oleh bakteri atau virus.

Eosinofil adalah sel khusus jenis lain. Peningkatan eosinofil di sirkulasi darah (eosinofilia) dikaitkan dengan keadaan-keadaan alergi dan dengan infestasi parasit internal. Eosinofil jelas tidak dapat memakan cacing parasitic yang berukuran jauh lebih besar tetapi sel-sel melekat ke cacing dan mengeluarkan bahan-bahan yang dapat mematikan cacing tersebut.

Basofil adalah jenis leukosit yang paling sedikit jumlahnya dan paling kurang diketahui sifat-sifatnya. Sel-sel ini secara structural dan fungsional mirip dengan sel mast, yang tidak pernah beredar dalam darah tetapi tersebar dalam jaringan ikat di seluruh tubuh. Baik basofil maupun sel mast membentuk dan menyimpan histamine dan heparin, yaitu zat-zat kimia kuat yang dapat dikeluarkan apabila sel-sel tersebut mendapat rangsangan yang sesuai. Pengeluaran histamin penting dalam reaksi alergi, sedangkan heparin mempercepat pembersihan partikel-partikel lemah dari darah.

Monosit seperti neutrofil diarahkan untuk menjadi fagosit profesional. Sel-sel ini keluar dari sumsum tulang selagi masih imatur dan beredar dalam darah selama satu atau dua hari sebelum akhirnya menetap di berbagai jaringan di seluruh tubuh. Di tempat mereka yang baru, monosit terus berkembang dan sangat membesar, menjadi fagosit jaringan besar yang dikenal sebagai makrofag. Usia makrofag berkisar dari beberapa tahun, kecuali apabila mereka mati sebelumnya sewaktu menjalankan tugas fagositik. Sel fagositik hanya dapat memakan benda asing dalam jumlah terbatas sebelum akhirnya mati.

Limfosit menghasilkan pertahanan imun terhadap sasaran yang telah diprogramkan untuk mereka. Terdapat dua jenis limfosit, limfosit B dan limfosit T. Limfosit B menghasilkan antibodi, yang beredar dalam darah. Antibodi berikatan dan memberi tanda untuk destruksi (melalui fagositosis atau cara lain) benda asing tertentu, misalnya bakteri menginduksi pembentukan antibodi itu. Limfosit T tidak menghasilkan antibodi; sel-sel ini secara langsung menghancurkan sel-sel sasaran spesifik suatu proses yang dikenal sebagai respons imun yang diperantarai sel (seluler). Sel yang menjadi sasaran limfosit T mencakup sel-sel tubuh yang telah dimasuki oleh virus dan sel kanker. Limfosit memiliki rentang usia 100 sampai 300 hari. Selama periode ini, sebagian besar dari sel-sel ini secara kontinyu beredar di antara jaringan limfoid, limfe, dan darah, dengan menghabiskan waktu beberapa jam saja di dalam darah. Dengan demikian hanya sebagian kecil limfosit total yang transit di darah dalam setiap waktu tertentu.

5. Trombosit dan Hemostatis

Trombosit adalah fragmen sel yang berasal dari megakariosit. Selain eritrosit dan leukosit, trombosit adalah jenis unsur ketiga yang terdapat dalam darah. Trombosit bukanlah suatu sel utuh tetapi fragmen/potongan kecil sel (bergaris tengah sekitar 2-4 μm) yang terlepas dari tepi luar suatu sel besar (bergaris tengah sampai 60 μm) di sumsum tulang yang dikenal sebagai megakariosit. Megakariosit berasal dari sel bakal yang belum berdiferensiasi (*undifferentiated*) yang sama dengan yang menghasilkan turunan eritrosit dan leukosit. Trombosit pada dasarnya adalah suatu vesikel yang mengandung sebagian dari sitoplasma megakariosit terbungkus oleh membran plasma.¹⁰

Dalam setiap mililiter darah pada keadaan normal terdapat sekitar 250.000 trombosit (kisarannya 150.000 – 350.000/ mm^3) trombosit tetap berfungsi selama sekitar sepuluh hari untuk kemudian disingkirkan dari sirkulasi oleh makrofag yang terdapat di limpa dan hati, dan diganti oleh trombosit baru yang dikeluarkan dari sumsum tulang.

Trombosit tidak keluar dari pembuluh darah seperti yang dilakukan oleh sel darah putih, tetapi sekitar sepertiga dari trombosit total selalu tersimpan di dalam rongga-rongga berisi darah di limpa. Simpanan trombosit ini dapat dikeluarkan dari limpa ke dalam sirkulasi sesuai dengan kebutuhan (misalnya pada saat terjadi perdarahan) oleh kontraksi limpa yang diinduksi oleh stimulasi simpatis. Karena merupakan fragmen sel trombosit tidak memiliki nukleus. Namun, sel ini dilengkapi oleh organel dan sistem enzim sitosol untuk menghasilkan energi dan mensintesis produk sekretorik yang disimpan di granula-granula yang tersebar diseluruh sitosolnya. Selain itu, trombosit mengandung aktin dan miosin dalam

konsentrasi yang tinggi, sehingga trombosit dapat berkontraksi. Kemampuan sekretorik dan kontraksi ini penting dalam hemostasis.

Hemostasis adalah penghentian perdarahan dari suatu pembuluh darah yang rusak. Hemostatis mencegah hilangnya darah dari pembuluh darah yang rusak. Mekanisme hemostatik dalam keadaan normal menjaga agar kehilangan darah melalui trauma kecil tersebut tetap minimal.

6. Sel Mast

Sel mast adalah sel berkelana yang sarat dengan granula, ditemukan pada daerah yang kaya akan jaringan pengikat, serta terdapat dalam jumlah besar dibawah permukaan epitel. Granulanya mengandung histamin, heparin, serta berbagai protease. Sel ini memiliki reseptor IgE pada membran selnya, dan seperti halnya basofil, sel-sel tersebut akan berdegranulasi apabila antigen yang terselubung IgE terikat pada permukaannya. Disamping menimbulkan respons alergi, sel ini mungkin berperan dalam mekanisme pertahanan terhadap infeksi parasit.¹¹

7. Faktor Perangsang Koloni Granulosit dan Makrofag

Pada orang yang sehat, pembentukan sel darah merah dan sel darah putih diatur secara akurat dan produksi granulosit meningkat secara cepat dan dramatis pada waktu infeksi. Proliferasi dan pematangan sel yang masuk ke dalam darah dari sumsum tulang diatur oleh faktor pertumbuhan glikoprotein atau hormon yang menyebabkan sel-sel pada satu atau lebih jalur sel khusus berproliferasi dan menjadi

matang. Tiga faktor tambahan lain disebut sebagai faktor perangsang koloni, sebab faktor ini menyebabkan sel induk tunggal yang tepat berproliferasi di dalam agar lunak dan membentuk koloni pada medium biakan tersebut. Faktor yang merangsang produksi sel induk khusus tersebut mencakup faktor perangsang koloni makrofag-granulosit (GM-CSF), faktor perangsang koloni granulosit (G-CSF). Interleukin IL-1 dan IL-5, diikuti oleh IL-3 berkerja secara berurutan dalam mengubah sel induk multipoten umum menjadi sel induk khusus (tabel 2.12). IL-3 dikenal juga sebagai faktor perangsang koloni multiple (multi-CSF). Setiap CSF mempunyai kerja khusus, namun semua CSF dan interleukin juga mempunyai kerja lain yang saling tumpang tindih. Sebagai tambahan, zat-zat ini mengaktifkan dan mempertahankan sel darah yang matang. Menarik diperhatikan bahwa sebagian besar faktor ini terletak berdekatan pada lengan panjang kromosom 5 (lima) dan mungkin berasal dari penggandaan gen leluhur.¹¹

Eritropoitein dibentuk oleh sel ginjal dan merupakan hormon yang beredar dalam sirkulasi. Faktor-faktor lainnya dihasilkan oleh makrofag, sel T yang teraktifasi, fibrblast dan sel endotelial. Pada umumnya, hormon in bekerja secara lokal di sumsum tulang.

Tabel 2.12 Faktor-faktor yang Mengatur Sistem *Hematopoietic*

Nama	Sel Asal	Jenis Sel yang Dibentuk dalam Peningkatan Jumlah
Eritropoietin	Sel ginjal, sel Kupffer	Sel darah merah
G-CSF	Monosit, fibroblast, sel endotel	Neutrofil
M-CSF	Monosit, fibroblast, sel endotel	Monosit

GM-CSF	Sel T, Monosit, fibroblast, sel endotel	Neutrofil, monosit, eosinofil, megakariosit, sel darah merah
IL-1	Makrofag, sel endotel, fibroblast	Neutrofil, monosit, eosinofil, megakariosit, basofil, sel darah merah
IL-3	Sel T	Neutrofil, monosit, eosinofil, megakariosit, basofil, sel darah merah
IL-4	Sel T	Basofil
IL-5	Sel T	Eosinofil
IL-6	Makrofag, sel endotel, fibroblast	Neutrofil, monosit, eosinofil, megakariosit, basofil, sel darah merah

Sumber : Buku Ajar Fisiologi (Willian F Ganong), Edisi 17 tahun 1999

D. Pemantauan Biologis Pada Pemajanan *Benzene*

1. Biomonitoring dan Penanda Biologi

Pada umumnya penilaian pajanan bahan kimia terhadap manusia dengan cara pemantauan lingkungan. Telah diketahui bahwa untuk mengevaluasi suatu pajanan bahan kimia terhadap manusia, tergantung dari sifat fisiokimia suatu bahan, higiene pada manusia itu sendiri, serta beberapa faktot biologi seperti umur dan jenis kelamin. Untuk mempelajari kandungan bahan kimia dalam tubuh manusia dan efek biologi dari bahan kimia tersebut dipakai metode pemantauan biologis (*biological monitoring*). Keuntungan dari pemakaian metode ini adalah terkaitnya bahan kimia secara sistematis yang dapat dipakai untuk memperkirakan risiko yang terjadi.

Secara umum tujuan kegiatan pemantauan biologi adalah sama dengan pemantauan ambien, yaitu mencegah terjadinya bahan kimia yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan baik secara akut maupun kronis. Dalam hubungan risiko terhadap kesehatan, pendekatan pemantauan biologis dan pemantauan ambien terhadap risiko kesehatan dapat dinilai antara lain dengan membandingkan hasil perhitungan

parameter dengan nilai ambang batas maksimum yang diperkenankan yaitu *Threshold Limit Value* (TLV) atau *Biological Limit Value* (BLV).

Seperti halnya pemantauan ambien, maka pemantauan biologi suatu pajanan merupakan aktifitas pencegahan yang sangat penting dalam mendeteksi efek suatu bahan kimia. Hal ini disebut sebagai aktifitas surveilen kesehatan (*health surveillance*). Khusus untuk petanda biologi yang peka (*sensitive biological makers*), suatu pemantauan biologi bertujuan untuk mendeteksi dan mengetahui tanda keracunan secara dini sebagai aktifitas pencegahan.

Pemantauan ambien dipraktekkan untuk memperkirakan pajanan eksternal daru suatu bahan kimia, sedangkan pemantauan biologi secara langsung dapat untuk menilai jumlah bahan kimia yang diserap organ (dosis internal). Dosis internal mempunyai arti yang berbeda tergantung dari sifat parameter biologi dan keadaan waktu yang dilakukan penghitungan.

Dosis aktif biologi merupakan jumlah total atau sebagian daribahan kimia yang diserap, bahan kimia yang disimpan dalam tubuh, dan bahan kimia yang berada di dalam target sasaran (dosis target). Dengan demikian pemantuan biologi berguna untuk memperkirakan dosis internal.

Pemantauan biologi dipakai untuk mengidentifikasi suatu pajanan bahan kimia yang bekerja secara sistemik pada organisme. Untuk menilai risiko kesehatan dari suatu bahan kimia yang masuk ke dalam tubuh, efektif menggunakan cara pemantauan biologi. *Benzene* masuk ke dalam tubuh melalui saluran pernafasan, kulit dan saluran pencernaan yan bersumber dari tempat kerja dan lingkungan lainnya dapat dilakukan dengan pemantauan biologi. Selain itu, hasil pemantauan biologi dari pajanan *benzene* ditentukan oleh faktor individu dan dipengaruhi oleh cara masuknya serta absorpsi

bahan tersebut di dalam tubuh. Faktor individu yang mempengaruhi antara lain : lama pajanan, masa kerja, aktifitas fisi, status gizi, dan kesehatan. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa penggunaan tes biologi untuk menentukan dosis internal dari *benzene* diperlukan proses absorpsi, distribusi, metabolisme, eliminasi dan ekskresi, toksisitas *benzene* serta kondisi lingkungan antara dosis internal, pajanan dan akibat pajanan.

2. Tes Biologi dari Pajanan *Benzene*

Terdapat bermacam-macam indikator biologis terhadap pajanan *benzene*, seperti ditunjukkan dalam tabel 2.13.

Tabel 2.13 Berbagai macam Indikator Monitoring Biologis Pajanan *Benzene*

No	Indikator	Keterangan
1.	<i>Benzene</i> dalam darah	Spesifik, sensitif
2.	<i>t,t-muconic acid</i> dalam urine	Kadang-kadang spesifik, sensitif
3.	<i>Phenylmercapturic acid</i> dlm urine	Spesifik, sensitif, metodologi memuaskan
4.	<i>Benzene</i> dalam urine	Spesifik, sensitif, eksperimen terbatas
5.	<i>Benzene</i> dalam udara terekshalasi	Spesifik, sensitif, kepraktisan terbatas
6.	<i>Kanthekol</i> dalam urine	Eksperimen terbatas

7.	<i>Quinol</i> dalam <i>urine</i>	Eksperimen terbatas
8.	Benzentriol dalam <i>urine</i>	Eksperimen terbatas
9.	Fenol dalam <i>urine</i>	Tidak spesifik, tidak sensitif
10.	Protein adducts	Tidak spesifik, metodologi memuaskan
11.	Penyimpangan kromosom dalam limfosit	Tidak spesifik, tidak sensitif

Sumber : WHO, 1996

3. Biomonitoring

Secara umum istilah biomonitoring dipakai sebagai alat/cara yang penting dan merupakan metode baru untuk menilai suatu dampak pencemaran lingkungan. Istilah yang lebih spesifik adalah monitoring biologi (*biological monitoring*). Didalam praktek, penggunaan monitoring biologi (MB) adalah untuk memonitor populasi yang terpajan oleh bahan polutan di tempat kerja maupun di lingkungan. Kegiatan monitoring dapat dipakai untuk mengevaluasi risiko kesehatan yang berhubungan dengan bahan polutan.

Dikenal ada 3 (tiga) monitoring :

a. Monitoring ambien untuk menilai risiko kesehatan

Monitoring ambien digunakan untuk memonitor pajanan eksternal dari bahan kimia untuk mengetahui berapa kadar bahan kimia di air, udara atau makanan. Risiko kesehatan dapat diprediksi berdasarkan batas pajanan lingkungan, misalnya *Threshold Limit Value* (TLV) dan *Time Weighted Average* (TWA) dari suatu pajanan.

b. Monitoring biologi dari pajanan (MB pajanan)

Merupakan pemantauan dari suatu bahan yang mengadakan penetrasi ke dalam tubuh dengan efek sistemik yang membahayakan monitoring biologi dari suatu pajanan dapat dipakai untuk mengevaluasi risiko kesehatan. Monitoring biologi tersebut dilaksanakan dengan memonitor dosis internal dari bahan kimia, sebagai contoh adalah dosis efektif yang diserap oleh organisme. Risiko terhadap kesehatan diprediksi dengan membandingkan nilai observasi dari parameter biologi dengan *Biological Limit Value* (BLV) atau *Biological Exposure Index* (BEI)

c. Monitoring biologi dari efek toksikan (*Health Surveillance*)

Tujuan monitoring biologi dari efek toksikan adalah memprediksi dosis internal untuk menilai hubungan dengan risiko kesehatan, mengevaluasi status kesehatan dari individu yang terpajan, dan mengidentifikasi tanda efek negatif suatu pajanan, misalnya kelainan sistem *hematopoietic*.

Dengan ketiga pendekatan tersebut, MB suatu pajanan merupakan alat penilaian yang adekuat untuk suatu risiko kesehatan. Hal ini disebabkan oleh karena indeks biologis dari dosis internal perlu berhubungan erat dengan efek negatif yang terjadi dalam tubuh.

MB berhubungan dengan pajanan bahan polutan yang masuk tubuh melalui saluran pernafasan, saluran pencernaan dan kulit. Harus dipertimbangkan beberapa faktor yang mempengaruhi pengambilan dan penyerapan bahan kimia dalam tubuh.

4. Penanda Biologi (*Biological Marker*)

Penelitian epidemiologi terjadinya suatu penyakit atau kelainan akibat pajanan suatu agen lingkungan sering terhambat oleh kesulitan untuk mendapatkan informasi yang tepat mengenai dosis dan lama pajanan. Dasar yang bisa menjadi pegangan dalam melakukan penelitian epidemiologi lingkungan antara lain :

- a. Apakah individu telah terpajan oleh agen yang dimaksud? (ya/tidak)
- b. Berapa lam pajanan dari agen yang dimaksud?
- c. Mengetahui tingkat pajanan di lingkungan sekitar individu (misal dengan melakukan pengukuran agen tersebut di udara bebas/lingkungan kerja)

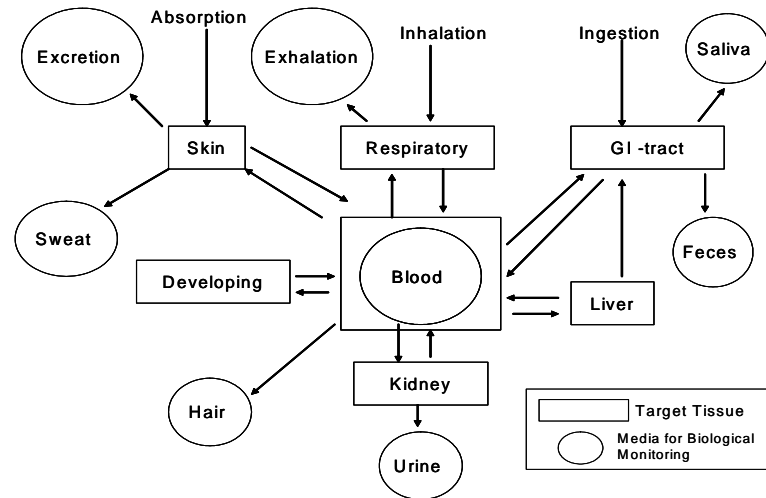
Penanda biologi suatu pajanan merupakan tanda biologi yang timbul sebagai akibat terpajan oleh suatu agen lingkungan. Petanda biologi dapat diartikan sebagai suatu perubahan sel, biokimia, atau molekul yang dapat diukur dalam media biologi seperti jaringan sel, maupun cairan tubuh. Dalam menentukan perkiraan pajanan, pengukuran petanda biologi suatu pajanan dalam tubuh lebih menguntungkan daripada pengukuran yang dilakukan diluar tubuh.

5. Target dan Media Biologi

Biotransformasi bahan toksik atau xenobiotik meliputi masuknya bahan tersebut, distribusi, efek dan ekskresi dari dalam tubuh. Di bawah ini merupakan gambaran proses biotransformasi yang menyangkut jaringan target dan media biologi yang dimonitor. Hal ini juga berlaku untuk biotransformasi *benzene*.

Untuk mengidentifikasi bahan polutan yang masuk kedalam tubuh perlu dilakukan pengukuran bahan polutan yang berada di dalam tubuh manusia. Untuk keperluan monitoring biologi perlu pemeriksaan cairan tubuh seperti darah atau urin. Dengan diketahuinya bahan polutan di dalam tubuh sebagai petanda biologis yang

diduga sebagai penyebab penyakit tertentu maka dapat digunakan sebagai bahan untuk membuat program pencegahan dan pengobatan. Proses tersebut terlihat pada gambar 2.5



Gambar 2.5. Biotransformasi Xenobiotik

6. Fenol Dalam *Urine*

Menurut WHO (1996) waktu paruh fenol dalam tubuh manusia adalah 4-5 jam. Fenol adalah suatu komponen *urine* normal. Pada orang-orang yang tidak terpajan di tempat kerja, kadar fenol dalam *urine* terutama tergantung pada masukan lewat makanan dan dalam jumlah yang kecil pada variasi metabolisme individu. Menurut WHO (1996) pada pajanan akibat kerja nilai pajanan berikut diusulkan untuk kadar fenol dalam *urine* yang ditetapkan setelah jam kerja.¹²

- 1) Sekitar 100 mg/l fenol *urine* menunjukkan pajanan sekitar 80 mg *benzene*/m³ udara selama 8 jam

- 2) Sekitar 50 mg/l fenol *urine* menunjukkan pajanan sekitar 32 mg *benzene*/m³ udara selama 8 jam
- 3) Diatas 25 mg/l fenol *urine* menunjukkan sedikit pajanan *benzene*
- 4) Kurang dari 10 mg/l fenol *urine* mungkin menunjukkan tidak adanya pajanan bermakna.

Jumlah fenol dalam *urine* telah banyak digunakan untuk memeriksa pajanan *benzene* pada tenaha kerja. Uji ini digunakan bila konsentrasi *benzene* di udara melebihi 5 ppm. Akan tetapi, uji ini bukan merupakan indikator yang baik untuk mengukur seberapa individu terpajan *benzene*, karena fenol berada dalam *urine* dapat berasal dari sumber lain. Untuk mengukur kadar fenol dalam *urine*, *urine* dikumpulkan dan dianalisis dilaboratorium menggunakan metode kolorimetri.

a. Bahan Makanan dan Obat yang Mengandung Fenol

Fenol dapat berasalah dari bahan makanan dan obat-obatan, berikut beberapa makanan dan obat-obatan yang mengandung fenol :

- 1) Buah-buahan ; anggur putih, anggur merah, apel, ceri, blueberry, pir, tomat, prum, plum, mete, dan jeruk
- 2) Sayuran ; asparagus, brokoli, jamur kering, bawang putih, popcorn, kembang kol, kubs putih, daun selada, wortel, bawang putih, cabe.
- 3) Tanaman ; sirih, teh hitam, teh hijau
- 4) Obat-obatan ; obat anestesi lokal seperti benzokain, benzilalkohol, fenol, fenilsalisilat, sodium fenat, penyegar mulut, obat kumur

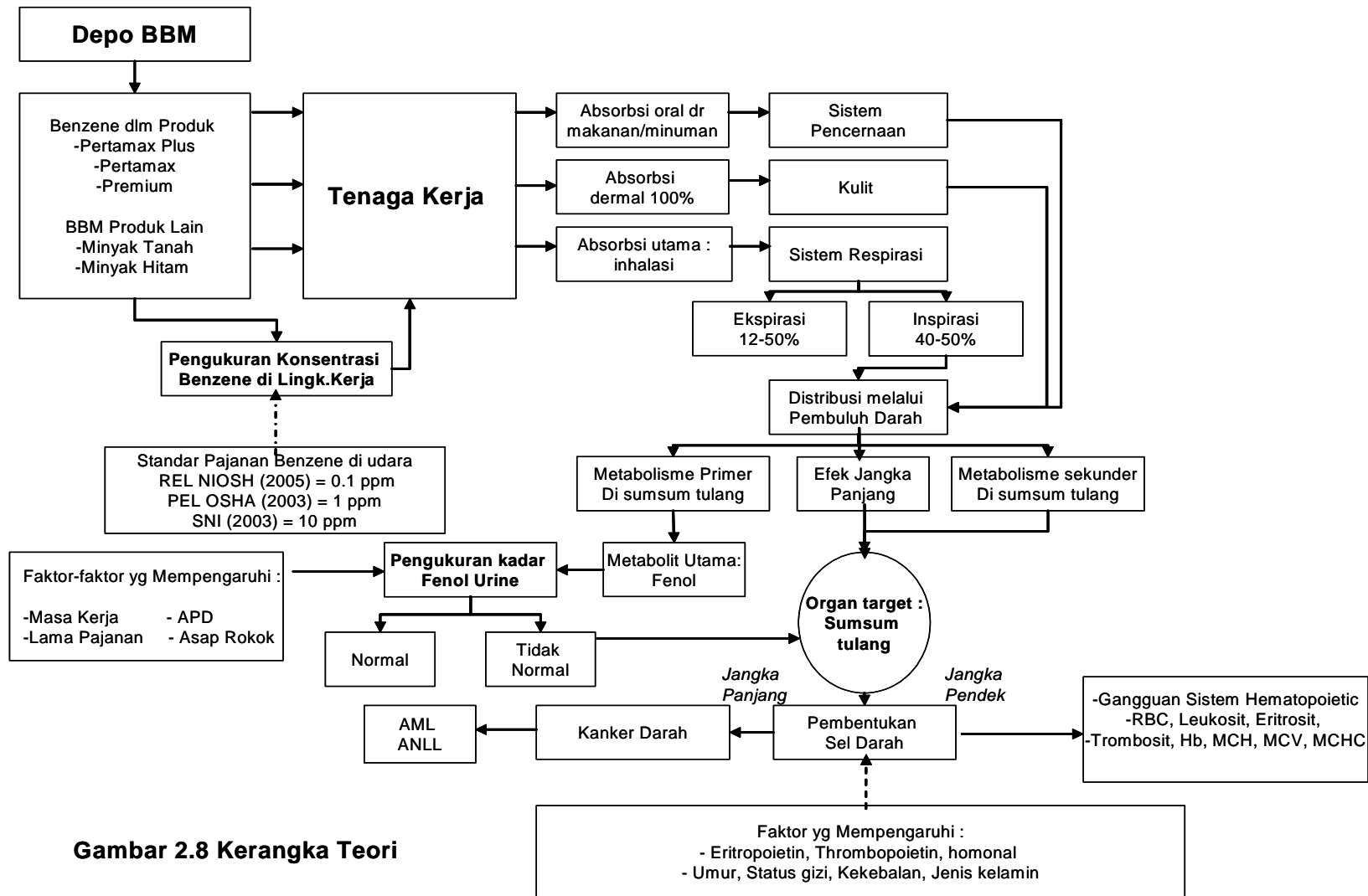
b. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kadar Fenol dalam *Urine*

Faktor-faktor yang mempengaruhi laju metabolik dan ekskresi dalam kadar fenol dalam *urine* adalah :

- 1) Variasi individu dalam ketersediaan enzim dan kinetika enzim
- 2) Diet
- 3) Dosis dan durasi pajanan *benzene*
- 4) Obesitas dan rasion lemak-otot
- 5) Umur pekerja
- 6) Penyakit yang diderita
- 7) Konsumsi obat-obatan
- 8) Kebiasaan merokok
- 9) Pajanan bahan kimia lain yang mengandung *benzene*

E. Kerangka Teori

Kerangka teori merupakan rangkuman dari bab pendahuluan dan tinjauan pustaka, disajikan pada gambar 2.8.



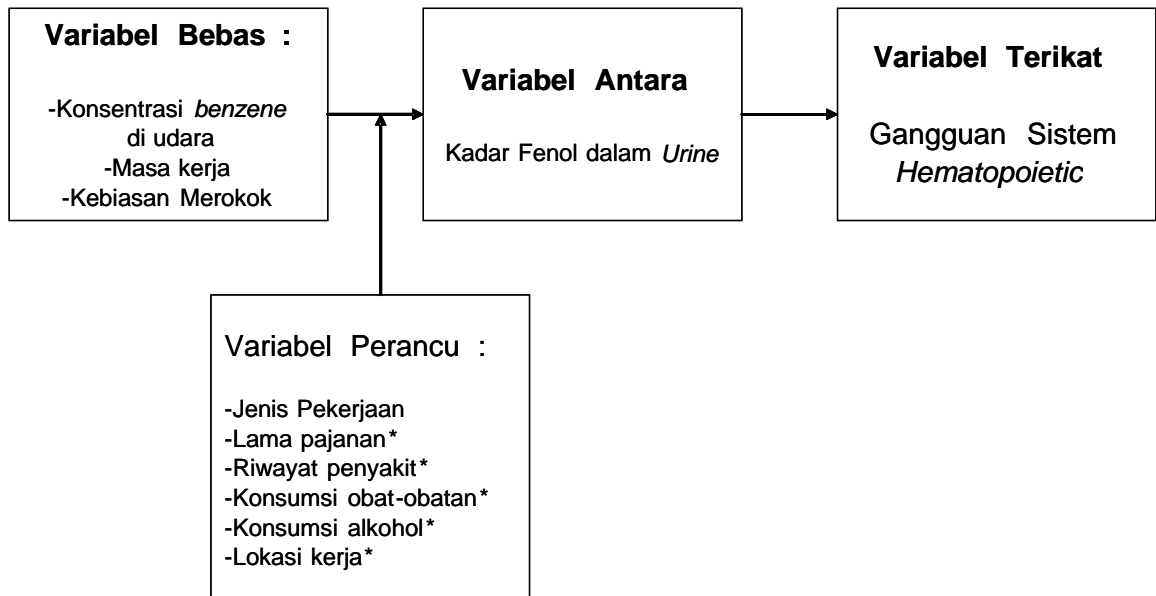
Gambar 2.8 Kerangka Teori

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Kerangka Konsep

Kerangka konsep analisis faktor-faktor risiko yang dapat mengganggu sistem *hematopoietic* pada pekerja dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Kerangka konsep hubungan pajanan *benzene* dengan kadar fenol dalam *urine* dan gangguan sistem *hematopoietic*.

Keterangan : *dikendalikan

Variable perancu yang dikendalikan pada penelitian ini adalah :

1. Lama pajanan : lama pajanan *benzene* untuk seluruh pekerja adalah 8 jam kerja
2. Riwayat Penyakit : Riwayat penyakit dikendalikan karena mempengaruhi adanya *benzene* dalam darah dan gangguan sistem hematopoetic. Pengendalian dilakukan dengan mengabaikan riwayat penyakit yang diderita oleh pekerja
3. Konsumsi obat-obat tertentu : konsumsi obat-obatan tertentu dikendalikan karena mempengaruhi kadar *benzene* dalam darah dan sistem *hematopoietic*. Konsumsi obat-obatan dari pekerja tidak diperhitungkan dalam penelitian ini.
4. Konsumsi alkohol : konsumsi alkohol dapat mempengaruhi kadar *benzene* dalam darah dan sistem *hematopoietic*. Pengendalian dilakukan dengan berasumsi bahwa pekerja tidak mengkonsumsi alkohol.
5. Lokasi Kerja : dengan memilih lokasi kerja di salah satu Instalasi BBM

B. Hipotesis

1. Ada hubungan antara masa kerja dengan kadar fenol dalam *urine*

2. Ada hubungan masa kerja dengan perubahan profil darah
3. ada hubungan *benzene* di udara dengan perubahan profil darah
4. Ada hubungan antara konsentrasi *benzene* di udara dengan kadar fenol *dalam urine*
5. Ada hubungan fenol dalam *urine* dengan perubahan profil darah
6. Ada beda kadar fenol dalam *urine* antara pekerja perokok dan bukan perokok
7. Ada beda profil darah pekerja antara perokok dan bukan perokok
8. Ada beda kadar fenol dalam *urine* dari jenis pekerja yang berbeda
9. Ada beda profil darah pekerja dengan jenis pekerjaan yang berbeda

C. Jenis dan Rancangan Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah observasional dengan metode penelitian bersifat kuantitatif dan memakai pendekatan desain penelitian *cross sectional* (Potong lintang).

D. Populasi dan Sampel Penelitian

Objek penelitian adalah pekerja dari salah satu Industri Perminyakan yaitu Instalasi BBM yang ada di Semarang. Pada penelitian ini yang akan dijadikan objek adalah seluruh pekerja tetap di Instalasi BBM tersebut sehingga merupakan populasi dari pekerja tetap yang berjumlah 46 (empat puluh enam) orang.

Sampel penelitian ini adalah populasi pekerja tetap yang ada di Instalasi BBM Semarang.

E. Definisi Operasional Variabel Penelitian dan Skala Pengukuran

1. Konsentrasi *benzene* di lingkungan Instalasi BBM

Merupakan jumlah konsentrasi *benzene* yang diukur di udara bebas yang berada di dalam lokasi kerja Instalasi BBM

Satuan : ppm atau mg/m^3 ; Skala : rasio

2. Masa Kerja

Dihitung dari tahun pertama kali bekerja atau diangkat menjadi pekerja tetap di Instalasi BBM sampai tahun dilakukan penelitian (2009)

Satuan : tahun ; Skala : rasio

3. Kebiasaan Merokok

Dinyatakan dengan jumlah konsumsi rokok oleh responden dalam sehari

Kategori :

- Perokok : merokok >1 batang perhari

- Bukan Perokok : sama sekali tidak merokok

Skala : nominal

4. Jenis Pekerjaan

Merupakan jenis pekerjaan responden di Instalasi BBM

Satuan : operasinal dan bukan operasional ; Skala : ordinal

5. Kadar fenol dalam *urine*

Jumlah fenol di dalam *urine* pekerja yang dianalisis di laboratorium kesehatan

Satuan : ppm atau ppb ; Skala : rasio

6. Kadar Hemoglobin dalam Darah

Jumlah hemoglobin dalam darah pekerja yang dianalisis di laboratorium kesehatan

Satuan : g/dL ; Skala : rasio

7. Kadar Eritrosit dalam Darah

Jumlah eritrosit dalam darah pekerja yang dianalisis di laboratorium kesehatan

Satuan : juta/ μ l ; Skala : rasio

8. Kadar Leukosit dalam Darah

Jumlah leukosit dalam darah pekerja yang dianalisis di laboratorium kesehatan

Satuan : 10^3 / μ l ; Skala : rasio

9. Kadar Trombosit dalam Darah

Jumlah trombosit dalam darah pekerja yang dianalisis di laboratorium kesehatan

Satuan : 10^3 / μ l ; Skala : rasio

10. Kadar Hematokrit dalam Darah

Jumlah hematokrit dalam darah pekerja yang dianalisis di Laboratorium kesehatan

Satuan : % ; Skala : rasio

11. Eosinofil

Persentase jumlah eosinofil dalam sel darah putih

Satuan : % ; Skala : rasio

12. Basofil

Persentase jumlah basofil dalam sel darah putih

Satuan : % ; Skala : rasi

13. Netrofil

Persentase jumlah netrofil dalam sel darah putih

Satuan : % ; Skala : rasio

14. Limfosit

Persentase jumlah limfosit dalam sel darah putih

Satuan : % ; Skala : rasio

15. Monosit

Persentase jumlah monosit dalam sel darah putih

Satuan : % ; Skala : rasio

16. *Mean Corpuscular Volume (MCV)*

Mengukur besarnya rata-rata sel darah merah

Satuan : fl ; Skala : rasio

17. *Mean Corpuscular Hemoglobin (MCH)*

Mengukur berat molekul Hb dalam sel darah merah

Satuan : pg (pikogram) ; satuan : rasio

18. *Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration (MCHC)*

Menunjukkan kadar Hb rata-rata dalam 1 sel darah merah

19. *Red Blood Cell Distribution Width (RDW)*

Mengukur lebar sel darah merah

Satuan : % ; Skala : rasio

20. Laju Endap Darah (LED)

Mengukur kecepatan pengendapan sel darah merah

Satuan : mm/jam ; Skala : rasio

F. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

1. Kriteria Inklusi

Kriteria inklusi adalah syarat-syarat yang harus dipenuhi agar responden dapat dijadikan sebagai objek penelitian. Kriteria inklusi sebagai berikut:

- 1) Pekerja tetap Instalasi BBM Semarang
- 2) Umur Pekerja 20 – 55 Tahun

- 3) Masa kerja : pekerja yang telah bekerja lebih dari 1 tahun
- 4) Kebiasaan merokok
 - Pekerja perokok : pekerja yang merokok minimal satu batang sehari
 - Pekerja bukan perokok : pekerja yang tidak merokok sama sekali atau mantan perokok telah berhenti lebih dari 1 bulan

2. Kriteria Eksklusi

Kriteria eksklusi adalah syarat-syarat yang tidak bisa dipenuhi oleh responden supaya menjadi objek dari penelitian.

- 1) Pekerja di Instalasi BBM Semarang namun bukan pekerja Pertamina
- 2) Pekerja yang tidak bersedia menjadi responden
- 3) Pekerja yang bekerja di Instalasi BBM Semarang secara *temporary* (sesaat)

G. Alat Kerja

1. Alat penelitian

- a. Kuisisioner, berisi sejumlah pertanyaan yang diajukan kepada responden
- b. Alat tulis : bolpen dan kertas
- c. Alat ukur kadar *benzene* di lingkungan kerja
 - 1) Bahan : carcoal tube, karbon disulfida, nitrogen, udara tekan, hidrogen, larutan standar *benzene*
 - 2) Peralatan :
 - Gas chromatography PID, column and integrator
 - Personel sampling pump dengan flexible connection tubing

- Vial glass 1 ml. dengan tutup
- Syringes : 5, 10, 25, 100 μ L
- Volumetric flasks 10 ml
- Pipet 1 ml dan pipet bulb

d. Alat dan bahan untuk mengukur kadar fenol dalam *urine*

- 1) Botol plastik kecil (20 ml) lengkap dengan penutup
- 2) Labet perekat
- 3) Ice box untuk menyimpan sampel *urine*
- 4) Es batu untuk mengawetkan sampel sebelum dianalisis
- 5) Alat-alat volumetrik laboratorium : pipet 1 ml dan 10 ml, labu takar 10 ml dan tabung reaksi 50 ml.
- 6) Reagen
- 7) pH meter
- 8) Kuvet untuk menampung larutan pada saat dibaca absorbansinya
- 9) UV/Vis Spektrofotometer

e. Alat untuk mengukur kadar hemoglobin dalam darah pekerja

- 1) Botol kaca kecil (5 ml) untuk tempat sampel darah
- 2) Spidol untuk menuliskan kode darah pekerja
- 3) S spuit untuk mengambil darah pekerja
- 4) Larutan antikoagulan (EDTA) untuk mengawetkan sampel darah dan mencegah penggumpalan sebelum dianalisis
- 5) Kapas beralkohol untuk antiseptik pada daerah kulit yang telah diambil sampel darahnya

- 6) Alat penunjang : pipet volumetrik, tabung reaksi dan kuvet
- 7) Photometer untuk mengukur profil darah

H. Cara Kerja

1. Konsentrasi *benzene* di lingkungan kerja

Pengambilan sampel

- 1) Siapkan personel sampling pump dan flow meter
- 2) Siapkan carcoal tube, lepaskan tutup ujung-ujungnya dan patahkan kedua ujungnya
- 3) Rangkaikan pada personel *sampling pump*
- 4) Atur kecepatan aliran udara antara 0,01 – 0,2 liter/menit
- 5) Pasang pada lokasi pengukuran sampai terserap udara sebanyak 5-30 liter untuk *benzene*
- 6) Setelah selesai sampling tutup kembali ujung-ujungnya, masukkan dalam kotak sampel untuk dibawa ke laboratorium.
- 7) Tata cara analisis
- 8) Siapkan tabung vial glass, isi dengan karbon disulfide 1 ml
- 9) Masukkan carcoal tube ke dalam vial glass, kocok-kocok selama 1 menit kemudian didiamkan selama 30 menit
- 10) Injeksikan standar *benzene* sebanyak 5 μ L dengan temperatur yang telah ditentukan sebagai berikut : temperatur kolom = 50°C, temperatur detektor = 225°C, temperatur injektor = 225°C.
- 11) Injeksikan sampel *benzene*, perlakukan sama dengan standar

12) Injeksikan blanko, perlakukan sama dengan standar dan sampel

13) Hitung konsentrasi *benzene* dengan rumus :

$$C \text{ (mg/m}^3\text{)} = \{(W_d + W_b - B_d - B_b) \times 1000\} / V$$

Dimana :

C = konsentrasi *benzene* (mg/m³)

W_d = sampel depan (mg)

W_b = sampel belakang (mg)

B_d = berat blanko depan (mg)

B_b = berat blanko belakang (mg)

V = volume udara (laju alir udara x waktu)

14) Kadar *benzene* yang diukur dibandingkan dengan standar pajanan *benzene*

2. Kadar fenol dalam *urine*

- 1) Botol plastic kecil diberikan label yang berisi nomor dan nama pekerja yang akan diambil urinnya
- 2) *Urine* pekerja diambil secukupnya sekitar kira-kira 10 ml, lalu ditampung dalam botol kecil tersebut.
- 3) Botol kecil dimasukkan dalam ice box

- 4) *Urine* dibawa ke laboratorium CITO untuk dilakukan analisis menggunakan metode 4-aminoantipirin
- 5) Ambil 5-10 ml *urine* kedalam pipet, masukkan kedalam labu takar 10 ml. Catat volume sampel *urine* yang akan dianalisis
- 6) Tambahkan air suling ke dalam labu takar tersebut sampai tanda tera
- 7) Pindahkan larutan ke dalam tabung reaksi 50 ml
- 8) Tambahkan 0.5 ml larutan NH_4Cl
- 9) Cek pH dengan pH meter agar pH nya 9,8 – 10,2 dengan penambahan larutan NH_4OH
- 10) Tambahkan 0,2 ml larutan 4-aminoantipirin, aduk sampai homogen
- 11) Tambahkan 0,2 ml larutan potasium besi sianida
- 12) Tutup tabung reaksi, aduk sampai homogen
- 13) Setelah 15 menit, tuangkan sebagian larutan kedalam kuvet sampai tanda batas
- 14) Panjang gelombang pada UV/Vis Spektrofotometri
- 15) Absorpsi larutan dibaca dan dicatat
- 16) Larutan blanko dan larutan kerja fenol perlakukan sama dengan sampel *urine*
- 17) Dihitung kadar fenol dalam *urine* dalam satuan mg/l

3. Pengukuran dan penghitungan darah

a. Cara pengambilan sampel darah

- 1) darah vena pada pekerja dimabil darai salah satu vena cubiti sebanyak 2-3 cc menggunakan spuit, kemudian darah dicampur dengan antikoagulan agar tidak mengental
- 2) Ikatan pembendung dipasang pada lengan atas untuk memperjelas vena
- 3) Lokasi vena dibersihkan dengan alkohol 70% dan dibiarkan kering
- 4) Setelahd arah masuk ke dalam tabung sampai volume yang diinginkan, jarum dicabut
- 5) Kapas diletakkan diatas jarum kemudian jarum dicabut
- 6) Pembendung kapas dilepaskan dan tangan direenggankan
- 7) Sampel darah kemudian diperiksa menggunakan alat *Blood Cell Counter*

b. Pengukuran dan perhitungan darah

Hitung Leukosit

- 1) Larutan turk diambil dengan pipet sebanyak 38 ml dimasukkan ke dalam tabung reaksi
- 2) Ambil sampel darah dengan pipet Hb sebanyak 20 ml, masukkan ke dalam tabung yang bersisi larutan turk
- 3) Bilas pipet Hb dengan cara menghisap dan meniup larutan turk sebanyak tiga kali
- 4) Campur isi tabung dan diamkan selama 2-3 menit
- 5) Ambil campuran tadi dengan pipet pasteur dan teteskan pada bilik hitung yang sudah dipasang deckglass

6) Hitung jumlah leukosit pada empat kotak besar menggunakan mikroskop perbesaran 10x

$$7) \text{ Jml leukosit} = \text{Pengenceran} \times \frac{1}{\text{Volume Kotak}} \times \sum \frac{\text{sel}}{\text{mm}^3}$$

Hitung Eritrosit

1) Larutan hagem diambil dengan pipet sebanyak 4 ml dimasukkan ke dalam tabung reaksi

2) Ambil sampel darah dengan pipet Hb sebanyak 20 ml, masukkan ke dalam tabung yang bersisi larutan hagem

3) Bilas pipet Hb dengan cara menghisap dan meniup larutan hagem sebanyak tiga kali

4) Campur isi tabung dan diamkan selama 2-3 menit

5) Ambil campuran tadi dengan pipet pasteur dan teteskan pada bilik hitung yang sudah dipasang deckglass

6) Hitung jumlah eritrosit pada empat kotak besar menggunakan mikroskop perbesaran 10x

$$7) \text{ Jml eritrosit} = \text{Pengenceran} \times \frac{1}{\text{Volume Kotak}} \times \sum \frac{\text{sel}}{\text{mm}^3}$$

Hitung Trombosit (Metode : Rees Ecker)

- 1) Larutan rees ecker diambil dengan pipet sebanyak 2 ml dimasukkan ke dalam tabung reaksi
- 2) Ambil sampel darah dengan pipet Hb sebanyak 20 ml, masukkan ke dalam tabung yang bersisi larutan rees ecker
- 3) Bilas pipet Hb dengan cara menghisap dan meniup larutan rees ecker sebanyak tiga kali
- 4) Campur isi tabung dan diamkan selama 2-3 menit
- 5) Ambil campuran tadi dengan pipet pasteur dan teteskan pada bilik hitung yang sudah dipasang deckglass
- 6) Bilik hitung diinkubasi pada petri dish yang telah diberi kapas/ tisu basah selama 15 menit
- 7) Hitung jumlah trombosit pada empat kotak besar menggunakan mikroskop perbesaran 40x
- 8) Jml trombosit = $Pengenceran \times \frac{1}{Volume\ Kotak} \times \sum \frac{sel}{mm^3}$

Hitung Hematokrit (Metode : Mikro)

- 1) Jari tangan dibersihkan dengan alkohol tunggu sampai kering
- 2) Jari tangan ditusuk dengan langset, darah pertama dihapus dengan kapas kering dan darah selanjutnya dimasukkan ke tabung hematokrit hingga $\frac{1}{2}$ sampai $\frac{3}{4}$ panjang tabung, diusahakan tidak ada gelembung udara
- 3) Tutup ujung tabung dengan jari dan bagian ujung tabung hematokrit yang untuk mengalirkan darah ditutup dengan kritoseal ($\pm 1cm$)

- 4) Masukkan tabung hematokrit pada centrifuge hematokrit dengan posisi bagian tabung hematokrit yang ditutup kritisil pada bagian piringan centrifuge yang kuat
- 5) Diputar selama 3 menit dengan kecepatan 16.000 rpm
- 6) Dibaca pada reading device/skala hematokrit dengan bagian bawah eritrosit menyentuh garis bawah dan bagian atas menyentuh garis atas
- 7) Dibaca dengan mengempaskan skalanya dengan jarum petunjuknya yang melewati baris atas lapisan eritrosit.

Hitung MCV (Mean Corpuscular Volume) atau volume eritrosit rata-rata

$$MCV = \frac{\text{Hematokrit} \times 10}{\text{jumlah eritrosit}} \text{ fl}$$

Hitung MCH (Mean Corpuscular Hemoglobin) atau haemoglobin eritrosit rata-rata

$$MCH = \frac{\text{Hemoglobin} \times 10}{\text{jumlah eritrosit}} \text{ pg}$$

Hitung MCHC (Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration) atau konsentrasi hemoglobin eritrosit rata-rata

$$MCHC = \frac{\text{Hemoglobin} \times 100}{\text{hematokrit}} \%$$

I. Teknik Pengolahan dan Analisis Data

1. Pengumpulan Data

Data penelitian yang merupakan data primer meliputi :

- a. Masa Kerja
- b. Umur
- c. Jenis Pekerjaan
- d. Kebiasaan merokok
- e. Konsentrasi uap *benzene* di udara
- f. Kadar fenol dalam *Urine*
- g. Hitung darah lengkap

2. Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data adalah sebagai berikut :

1) *Editing*

Editing merupakan kegiatan pengecekan terhadap setiap pertanyaan pada kuesioner, apakah jawaban sudah lengkap, bisa dibaca, tidak ada jawaban yang belum terisi. Editing ini sangat penting untuk menghindari terjadinya *missing data*

2) *Coding*

Coding adalah upaya memberi tanda (kode) jawaban dari setiap pertanyaan pada kuisioner. Coding ini penting, karena hanya notasi berbentuk angka yang bisa diolah dengan *software* SPSS

3) *Entry Data*

Entry data adalah kegiatan memasukkan jawaban (dalam bentuk kode angka) ke dalam computer. Untuk dapat memasukkan data ke dalam computer, maka harus terlebih dahulu dibuat variabel dan mendefinisikan variabel tersebut ke dalam pilihan *type, width, decimal, label, dan value*.

4) *Cleaning Data*

Cleaning data merupakan upaya pengecekan hasil entry data. Pengecekan dilakukan guna melihat kemungkinan adanya isian data yang kosong (*missing*) atau jawaban diluar range kode yang seharusnya dimasukkan. Setelah hasil pemasukan data dianggap lengkap, maka dapat dilanjutkan kepada analisis data.

5) Analisis Data

Merupakan upaya mengolah dan menganalisis data dengan pendekatan statistik (deskriptif, parametrik maupun non parametric).

3. Analisis Data

Data analisis dan intrepetasikan dengan menguji hipotesis menggunakan program komputer SPSS dengan tahapan berikut :

a. Uji normalitas

Uji normalitas data interval/rasio menggunakan uji shapiro wilk, dengan jumlah data 46. Data yang diuji normalitasnya adalah : umur, masa kerja, *benzene* di udara, fenol dalam *urine*, dan profil darah. Dari hasil uji dengan shapiro wilk, apabila $p \leq 0,05$ maka data terdistribusi tidak normal, dan bila $p > 0,05$ maka data terdistribusi normal

b. Analisis univariat

Analisis univariat untuk menganalisis data secara deskriptif yang berskala interval/rasio, meliputi umur, masa kerja, kadar fenol dalam *urine*, *benzene* di udara dan profil darah.

c. Analisis bivariat

Analisis bivariat digunakan untuk menganalisis hubungan atau pengaruh antara dua variabel

1) Uji korelasi

Uji korelasi digunakan untuk menganalisis hubungan antara dua variabel. Uji korelasi pearson product moment digunakan bila memenuhi persyaratan statistik parametrik :

- kedua variabel merupakan data interval/rasio

- jumlah sampel kedua variabel > 30
- kedua variabel terdistribusi normal

bila salah satu syarat tersebut tidak terpenuhi, maka digunakan uji statistik non parametrik (uji kendal tau atau spearman's rank)

Koefisien Korelasi

Koefisien korelasi ialah pengukuran statistik kovarian atau asosiasi antara dua variabel. Besarnya koefisien korelasi berkisar antara $+1$ s/d -1 . Koefisien korelasi menunjukkan kekuatan (*strength*) hubungan linear dan arah hubungan dua variabel acak. Jika koefisien korelasi positif, maka kedua variabel mempunyai hubungan searah. Artinya jika nilai variabel X tinggi, maka nilai variabel Y akan tinggi pula. Sebaliknya, jika koefisien korelasi negatif, maka kedua variabel mempunyai hubungan terbalik. Artinya jika nilai variabel X tinggi, maka nilai variabel Y akan menjadi rendah (dan sebaliknya). Untuk memudahkan melakukan interpretasi mengenai kekuatan hubungan antara dua variabel penulis memberikan kriteria sebagai berikut (Prof Husaini Usman).¹³

- 0 = tidak ada korelasi
- $0,01 - 0,20$ = Korelasi lemah
- $0,21 - 0,40$ = Korelasi cukup
- $0,41 - 0,60$ = Korelasi sedang
- $0,61 - 0,80$ = Korelasi kuat

- 0,81 – 0,99 = Korelasi sangat kuat
- 1 = Korelasi sempurna

2) Uji regresi sederhana

Uji regresi sederhana terdiri dari uji regresi linier dan uji regresi logistik. Bila dari uji korelasi didapat $p \leq 0,05$ atau terdapat hubungan bermakna, maka dilanjutkan dengan uji regresi linier dan atau logistik untuk menganalisis pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat. Persyaratan uji regresi linier sama dengan persyaratan uji korelasi pearson product moment (statistik parametrik). Bila salah satu syarat tidak terpenuhi, maka digunakan uji regresi logistik (statistik non parametrik).

3) Uji chi square

Uji chi square digunakan apabila variabel yang diuji keduanya merupakan data katogori nominal/ordinal. Harga risk estimates didapat dari uji chi square bila tabel berbentuk 2X2. untuk desain potong lintang, harga risk estimates dinyatakan dengan nilai Rasio Prevalensi (RP), yang dihitung dengan rumus :

		Efek		
		(+) Skala 0	(-) Skala 1	
Faktor	(+) Skala 0	A	b	a + b

Risiko (-) Skala 1

C	d
---	---

c + d

$$RP = \{a/(a+b)\} / \{c/(c+d)\}$$

4) Uji beda

Digunakan untuk menganalisis beda kadar fenol dalam *urine* atau profil darah antara pekerja perokok dan bukan perokok, Apabila kadar fenol dalam *urine* atau profil darah terdistribusi normal, maka digunakan uji t-test (parametrik), dan apabila berdistribusi tidak normal maka digunakan uji mann-whitney (non parametrik).

Untuk mengetahui beda fenol dalam *urine* atau profil darah antara pekerja dengan jenis yang berbeda digunakan uji anova dengan syarat bahwa data terdistribusi normal, dan jika tidak normal digunakan uji Kruskal Wallis.

d. Analisis Multivariat

Analisis multivariat dilakukan untuk mencari penyebab dominant dari beberapa variabel bebas yang mempunyai hubungan atau pengaruh terhadap variabel terikat. Analisis dilakukan dengan dasar bahwa variabel bebas tersebut mempunyai nilai signifikansi (p value) < 0,25. Untuk analisis parametrik dapat menggunakan analisis regresi berganda, sedangkan analisis non parameterik menggunakan analisis regresi logistik.

BAB IV

HASIL PENELITIAN

A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Instalasi BBM Semarang mulai beroperasi pada tahun 1937 yang mempunyai tugas utama untuk melayani kebutuhan Bahan Bakar Minyak (BBM) kota Semarang dan sekitarnya. Kegiatan utamanya adalah melakukan penerimaan, penimbunan dan penyaluran Bahan Bakar Minyak (BBM). Untuk menunjang kegiatan tersebut terdapat sarana dan fasilitas yang utama antara lain :

1. *Single Point Mooring* (SPM) dengan kapasitas 35.000 *Death Weight Tons* (DWT) yang mempunyai fungsi untuk pembongkaran BBM dari Kapal Tanker. Risiko kerja yang terjadi pada saat operasional SPM adalah kecelakaan kerja dalam hal ini risiko tenggelam di laut

dan pajanan uap *benzene* dan beberapa gas yang diemisikan pada saat proses pembongkaran BBM.

2. Tangki Penimbunan BBM jenis *fixed Cone Roof*, merupakan fasilitas tangki tegak yang berfungsi untuk menyimpan/menimbun BBM yang telah dibongkar dari kapal tangker. Dari proses penyimpanan BBM ini terjadi penguapan BBM dimana salah satu gas yang menguap ke udara bebas adalah *benzene*. Aktivitas yang terjadi di sekitar tangki timbun adalah pengukuran level cairan pada *dipping head*, proses membuka dan menutup *valve in* maupun *out* serta proses *drain*. Risiko kerja yang terjadi pada proses ini adalah kecelakaan kerja yaitu jatuh dari ketinggian dan risiko kesehatan kerja yaitu masuknya *benzene* ke dalam tubuh dalam bentuk vapor (uap).
3. *Electrical Pump* untuk proses penyaluran BBM, merupakan peralatan yang digunakan sebagai alat untuk mentransfer BBM dari tangki timbun menuju ke *filling shed* (bangsal pengisian). Risiko kerja yang terjadi disini adalah kecelakaan kerja karena adanya benda berputar pada bagian pompa.
4. *Filling Shed* (bangsal pengisian) untuk tempat pengisian BBM ke Mobil Tangki. Pada proses pengisian BBM risiko yang terjadi adalah kecelakaan kerja dan kesehatan kerja adanya paparan gas hidrokarbon salah satunya *benzene* yang dapat masuk kedalam tubuh pekerja. Adanya gas hidrokarbon ini terjadi karena pada saat pengisian BBM kondisi *manhole* mobil tangki atas dalam keadaan terbuka, karena di Instalasi BBM Semarang belum tersedia peralatan *vapor recovery system*.

Operasi BBM mempunyai risiko yang tinggi terhadap aspek Keselamatan Kesehatan Kerja dan Lingkungan (K3L) terutama bahaya kebakaran. Oleh karena itu untuk menanggulangi bahaya kebakaran maka di instalasi BBM Semarang terdapat sarana dan fasilitas perlindungan

berupa pompa pemadam kebakaran dengan kapasitas 3.000 *gallon per menit* (GPM), kolam pemadam kebakaran dengan kapasitas 5.000 meter kubik (M³), *Hydran System*, *Water Sprinkler System*, *Foam Chamber System*, Alat Pemadam Api Beroda (APAB) dan Alat Pemadam Api Ringan (APAR). Pekerja di Instalasi Pengapion dalam melakukan aktivitasnya secara umum menggunakan alat pelindung diri (APD) yaitu *safety shoes* dan *safety helmet*, penggunaan gas masker secara umum belum digunakan oleh para pekerja.

a. Asal Pasokan BBM

Instalasi BBM Semarang menerima suplai Bahan bakar Minyak (BBM) Premium, kerosene dan solar dari Unit Pengolahan dan *Import* melalui *Single Point Mooring* yang berada di tengah laut yang kemudian terhubung dengan pipa *sub marine* sepanjang 9Km dengan diameter 16 inchi (40 cm).

b. Pelayanan Konsumen

Instalasi BBM Semarang melayani produk BBM Pertamina, Premium, Solar dan Minyak tanah, yang dilayani dengan mobil tangki dan *bunker service*. Pelayanan konsumen dengan mobil tangki mempunyai risiko terhadap aspek Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) yaitu adanya kecelakaan kerja, kecelakaan lalu lintas dan paparan uap BBM.

B. Analisis Univariat

Penelitian ini dimulai dengan mendata jumlah pekerja di Instalasi BBM Semarang yang kemudian dikelompokkan menjadi Pekerja Operasi Penerimaan dan Penimbunan (PP), Pekerja Operasi Penyaluran, Pekerja Fungsi Penunjang dan Pekerja Fungsi Administrasi. Pengukuran *benzene* di udara dilakukan untuk mengetahui besarnya konsentrasi *benzene* pada beberapa tempat yang merupakan lingkungan kerja dari pekerja.

Penelitian terhadap pekerja dimulai dengan pengambilan sampel *urine* yang kemudian akan dilakukan pemeriksaan kadar fenolnya di laboratorium. Selain *urine*, dilakukan juga pengambilan sampel darah pekerja untuk dilakukan pemeriksaan Hitung Darah Lengkap (HDL). Pemeriksaan sampel *urine* dan darah dilakukan dengan bekerja sama dengan Laboratorium Klinik CITO Semarang.

Untuk melengkapi data penelitian dilakukan pengisian kuisisioner kepada pekerja, kuisisioner ini terutama untuk mendapatkan beberapa data mengenai pekerja antara lain umur, masa kerja, dan status merokok.

1. Umur Pekerja

Dari hasil pemetaan pekerja di Instalasi BBM Semarang tahun 2009 didapatkan data sebagai berikut :

Tabel 4.1 Deskripsi Umur Pekerja Instalasi BBM Semarang Tahun 2009

Jumlah	Umur (tahun)
--------	--------------

Pekerja	Minimum	Maksimum	Rata-rata	Standar Deviasi
46 Orang	20	54	45,13	10,91

Dari data diatas terlihat bahwa pekerja di lingkungan Instalasi BBM Semarang memiliki rata-rata umur $45,13 \pm 10,91$ tahun.

2. Komposisi Jenis Pekerja

Jumlah pekerja di Instalasi BBM Semarang tahun 2009 sebanyak 46 orang yang terbagi menjadi 4 jenis komposisi pekerjaan seperti pada tabel berikut :

Tabel 4.2 Komposisi Pekerja Instalasi BBM Semarang Tahun 2009

No	Jenis Pekerjaan	Jumlah	Persentase (%)
1.	Pekerja Operasi Penerimaan & Penimbunan	16	34,8
2.	Pekerja Operasi Penyaluran	8	17,4
3.	Pekerja Fungsi Penunjang	16	34,8
4.	Pekerja Fungsi Administrasi	6	13
	Jumlah	46	100

3. Masa Kerja Pekerja

Pekerja di Instalasi BBM Semarang memiliki masa kerja antara 3 – 36 tahun dengan rata-rata 25.07 tahun.

Tabel 4.3 Deskripsi Masa Kerja Pekerja Instalasi BBM Semarang Tahun 2009

Jumlah Pekerja	Masa Kerja (tahun)			
	Minimum	Maksimum	Rata-rata	Standar Deviasi
46 Orang	3	36	25,07	11,07

Dari data diatas terlihat bahwa pekerja di lingkungan Instalasi BBM Semarang memiliki rata-rata umur $25,07 \pm 11,07$ tahun.

4. Kebiasaan Merokok Pekerja

Pekerja yang berjumlah 46 orang mempunyai kebiasaan merokok seperti tergambar pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.4 Deskripsi Status Merokok Pekerja Instalasi BBM Semarang Tahun 2009

No	Status Merokok	Jumlah	Persentase (%)
1.	Tidak Merokok	27	58,7
2.	Merokok	19	41,3
	Jumlah	46	100

5. Kadar *Benzene* di Udara

Pengukuran *Benzene* dilakukan pada sumber (emisi) dan di udara *ambient* lingkungan kerja Instalasi BBM Semarang, pengukuran dilakukan bekerja sama dengan

Laboratorium Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri Semarang. Sample diambil pada 4 (empat) sumber emisi yaitu pada titik *dipping* setiap produk BBM dan 6 (enam) titik yang merupakan areal kerja pekerja.

Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Emisi *Benzene* Pada Tangki Timbun BBM

Tahun 2009

No.	Lokasi Pemantauan	Konsentrasi (ppm)
1.	Tangki timbun 16 (solar)	7,81
2.	Tangki timbun 14 (premium)	2243,16
3.	Tangki timbun 2 (kerosene)	1782,5
4.	Tangki Timbun 10 (Pertamax)	1143,12

Tabel 4.6 Hasil Pengukuran *Benzene* Udara *Ambient* Tahun 2009

No.	Lokasi Pemantauan	Konsentrasi (ppm)
1.	Tank Yard antara T.16, T.14 dan T.2	7,17
2.	Tank Yard antara T.10, T.6 dan T.9	86,27
3.	Filling Point Premium	4,87
4.	Filling Point Kerosene & Solar	24,79
5.	Portir (Gate Keeper)	2,09
6.	Halaman Kantor (pintu masuk)	0,57

Dari pembagian zona daerah bekerja maka paparan *benzene* ambient terhadap pekerja dapat ditampilkan pada tabel berikut :

Tabel 4.7 Paparan Rata-rata *Benzene* Kepada Pekerja

No	Jenis Pekerja	Jumlah Pekerja	Daerah Kerja	Operasional	Paparan Rata-Rata <i>Benzene</i> (ppm)
1.	Pekerja Operasi Penerimaan & Penimbunan	16	Daerah Tank Yard		46,72
2.	Operasional Penyaluran	8	Filling Point dan Gate Kepper		10,58
3.	Pekerja Fungsi Penunjang	16	Semua Area		25,04
4.	Pekerja Fungsi Administrasi	6	Halaman Kantor		0,57

Dari rata-rata pemaparan *benzene* di udara yang diterima pekerja secara keseluruhan rata-rata konsentrasi *benzene* di udara ambient adalah 26,87 ppm dengan standar deviasi sebesar 16,75 ppm

6. Kadar Fenol dalam *Urine* Pekerja

Kadar fenol dalam *urine* dilakukan pemeriksaan dan analisis di Laboratorium CITO Semarang dengan hasil sebagai berikut.

Tabel 4.8 Deskripsi Kadar Fenol dalam *Urine* Pekerja Instalasi BBM Semarang Tahun 2009

Jumlah Pekerja	Fenol <i>Urine</i> (mg/l)			
	Minimum	Maksimum	Rata-rata	Standar Deviasi
46 Orang	2,17	10,42	5,30	1,73

Dari hasil analisis di laboratorium terhadap kadar fenol dalam *urine* pekerja Instalasi BBM Semarang dengan batas normal maksimum adalah 10 mg/l didapatkan rekapitulasi sebagai berikut.

Tabel 4.9 Deskripsi Fenol dalam *Urine* Pekerja Instalasi BBM Semarang Berdasarkan Batas Maksimum (10 mg/l) tahun 2009

No	Fenol dalam <i>Urine</i>	Jumlah	Persentase (%)
1.	Normal	45	97,8
2.	Tidak Normal	1	2,2
	Jumlah	46	100

7. Hasil Uji Profil Darah Pekerja

Pengukuran kualitas darah pekerja dilakukan dengan bekerja sama dengan laboratorium klinik CITO Semarang dengan hasil sebagai berikut.

**Tabel 4.10 Hasil Pengukuran Profil Darah Pekerja Instalasi BBM Semarang
Tahun 2009**

No	Profil Darah	Satuan	Minimum	Maksimum	Rata-Rata	Standar Deviasi
1.	Hb	gr/dL	13,10	17,90	15,18	1,03
2.	Leukosit	$10^3/uL$	3,14	13,27	7,23	1,76
3.	Trombosit	$10^3/uL$	80,00	324,00	241,70	53,51
4.	Hematokrit	%	40,80	51,20	45,36	2,52
5.	Eritrosit	$10^6/uL$	4,38	6,30	5,21	0,44
6.	Eosinofil	%	0,00	7,00	2,76	1,69
7.	Basofil	%	0,00	1,00	0,02	0,15
8.	Netrofil	%	35,00	70,00	56,30	7,71
9.	Limfosit	%	15,00	57,00	32,67	7,93
10.	Monosit	%	4,00	11,00	7,59	1,80

11.	MCV	fl	73,40	95,10	87,32	5,38
12.	MCH	pg	23,60	32,60	29,16	2,05
13.	MCHC	gr/dL	31,90	35,00	33,36	0,80
14.	RDW	%	12,00	15,90	13,67	0,80
15.	LED 1 jam	mm	2,00	48,00	11,80	10,40
16.	LED 2 jam	mm	3,00	79,00	25,76	17,36

**Tabel 4.11 Hasil Pengukuran Profil Darah Pekerja Instalasi BBM Semarang
Tahun 2009**

No	Profil Darah	Pekerja Operasi PP		Pekerja Operasi Penyaluran		Pekerja Fungsi Penunjang		Pekerja Fungsi Administasi		Total	
		Nor mal	Tidak Normal	Nor mal	Tidak Normal	Nor mal	Tidak Normal	Nor mal	Tidak Normal	Nor mal	Tidak Normal
1.	Hb	16	0	7	1	16	0	5	1	44	2
2.	Leukosit	14	2	7	1	15	1	5	1	41	5
3.	Trombosit	16	0	7	1	15	1	6	0	44	2
4.	Hematokrit	16	0	8	0	16	0	6	0	46	0
5.	Eritrosit	15	1	8	0	12	4	6	0	41	0
6.	Eosinofil	14	2	5	3	13	3	6	0	38	8
7.	Basofil	16	0	8	0	16	0	6	0	46	0
8.	Netrofil	7	9	2	6	6	10	2	4	17	29
9.	Limfosit	11	5	3	5	7	9	4	2	25	21
10.	Monosit	2	14	4	4	6	10	0	6	12	34
11.	MCV	15	1	7	1	13	3	6	0	41	5

12	MCH	15	1	7	1	15	1	6	0	43	3
13	MCHC	16	0	8	0	16	0	6	0	46	0
14.	RDW	15	1	8	0	11	5	6	0	40	6
15	LED1	14	2	4	4	10	6	2	4	30	16
16	LED2	11	5	3	5	6	10	2	4	22	24

C. Uji Bivariat

Uji Bivariate dilakukan untuk mengetahui hubungan antara variabel bebas dengan variabel antara dan variabel terikat.

1. Uji normalitas dengan menggunakan uji Shapiro Wilk

Tabel 4.12 Uji Normalitas Data Hasil Penelitian

No	Parameter	Nilai Probabilitas (p)	Kesimpulan
		Shapiro – Wilk	
1.	Umur	0,000	Terdistribusi Tidak normal
2.	Masa Kerja	0,000	Terdistribusi Tidak normal
3.	<i>Benzene</i> Udara	0,000	Terdistribusi Tidak normal
4.	Fenol <i>Urine</i>	0,187	Terdistribusi Normal
5.	Hb	0,632	Terdistribusi Normal
6.	Leukosit	0,138	Terdistribusi Normal
7.	Trombosit	0,094	Terdistribusi Normal
8.	Hematokrit	0,505	Terdistribusi Normal

9.	Eritrosit	0,482	Terdistribusi Normal
10.	Eosinofil	0,001	Terdistribusi Tidak normal
11.	Basofil	0,000	Terdistribusi Tidak normal
12.	Netrofil	0,270	Terdistribusi Normal
13.	Limfosit	0,049	Terdistribusi Tidak normal
14.	Monosit	0,075	Terdistribusi Normal
15.	MCV	0,000	Terdistribusi Tidak normal
16.	MCH	0,000	Terdistribusi Tidak normal
17.	MCHC	0,195	Terdistribusi Normal
18.	RDW	0,772	Terdistribusi Normal
19.	LED1	0,000	Terdistribusi Tidak normal
20.	LED2	0,001	Terdistribusi Tidak normal

2. Mengetahui hubungan antara masa kerja dengan fenol dalam *urine* dan profil darah.

Setelah dilakukan pengujian normalitas, variabel masa kerja terdistribusi tidak normal dengan jumlah data lebih dari 30, sehingga untuk mencari korelasi dilakukan dengan menggunakan uji korelasi *tau Kendal*.

Tabel 4.13 Korelasi Masa Kerja dengan Fenol *Urine* dan Profil Darah

No	Hubungan	Koefisien	Nilai	Kesimpulan
----	----------	-----------	-------	------------

		Korelasi	p value	
1.	Masa Kerja dengan Fenol <i>Urine</i>	0,093	0,381	Tidak ada hubungan
2.	Masa Kerja dengan Hb	-0,010	0,924	Tidak ada hubungan
3.	Masa Kerja dengan Leukosit	0,099	0,350	Tidak ada hubungan
4.	Masa Kerja dengan Trombosit	0,003	0,977	Tidak ada hubungan
5.	Masa Kerja dengan Hematokrit	0,018	0,864	Tidak ada hubungan
6.	Masa Kerja dengan Eritrosit	-0,042	0,689	Tidak ada hubungan
7.	Masa Kerja dengan Eosinofil	-0,029	0,799	Tidak ada hubungan
8.	Masa Kerja dengan Basofil	0,072	0,570	Tidak ada hubungan
9.	Masa Kerja dengan Netrofil	0,021	0,841	Tidak ada hubungan
10.	Masa Kerja dengan Limfosit	0,088	0,412	Tidak ada hubungan
11.	Masa Kerja dengan Monosit	-0,073	0,516	Tidak ada hubungan
12.	Masa Kerja dengan MCV	0,075	0,481	Tidak ada hubungan
13.	Masa Kerja dengan MCH	-0,024	0,819	Tidak ada hubungan
14.	Masa Kerja dengan MCHC	-0,210	0,050	Ada hubungan
15.	Masa Kerja dengan RDW	-0,016	0,879	Tidak ada hubungan
16.	Masa Kerja dengan LED1	0,278	0,010	Ada hubungan
17.	Masa Kerja dengan LED2	0,286	0,007	Ada hubungan

Dari tabel di atas hanya terdapat 3 (tiga) parameter yang memiliki hubungan dengan korelasi cukup yaitu :

- a. Terdapat hubungan masa kerja dengan MCHC dengan nilai *p value* = 0,05. Masa kerja MCHC membentuk tren negatif dengan tingkat korelasi cukup -,210.

- b. Terdapat hubungan masa kerja dengan laju endap darah (LED) 1 jam dengan nilai *p value* = 0,010. Masa kerja dengan LED 1 jam membentuk tren positif dengan tingkat korelasi cukup 0,278.
- c. Terdapat hubungan masa kerja dengan laju endap darah (LED) 2 jam dengan nilai *p value* = 0,007. Masa kerja dengan LED 2 jam membentuk tren positif dengan tingkat korelasi cukup 0,286.
3. Mengetahui Hubungan antara konsentrasi *benzene* di udara *ambient* dengan fenol dalam *urine* dan profil darah.

Konsentrasi *benzene* udara *ambient* tidak terdistribusi normal dengan jumlah data lebih dari 30, maka dilakukan uji korelasi *tau Kendal*.

Tabel 4.14 Korelasi *Benzene* di Udara *Ambient* dengan Fenol *Urine* dan Profil Darah

No	Hubungan	Koefisien	Nilai	Kesimpulan
		Korelasi	<i>p Value</i>	
1.	<i>Benzene</i> dengan Fenol <i>Urine</i>	0,036	0,750	Tidak ada hubungan
2.	<i>Benzene</i> dengan Hb	0,031	0,788	Tidak ada hubungan
3.	<i>Benzene</i> dengan Leukosit	0,070	0,537	Tidak ada hubungan
4.	<i>Benzene</i> dengan Trombosit	0,003	0,976	Tidak ada hubungan
5.	<i>Benzene</i> dengan Hematokrit	-0,041	0,720	Tidak ada hubungan
6.	<i>Benzene</i> dengan Eritrosit	-0,002	0,984	Tidak ada hubungan

7.	<i>Benzene</i> dengan Eosinofil	-0,301	0,014	Ada hubungan
8.	<i>Benzene</i> dengan Basofil	-0,011	0,937	Tidak ada hubungan
9.	<i>Benzene</i> dengan Netrofil	0,175	0,129	Tidak ada hubungan
10.	<i>Benzene</i> dengan Limfosit	-0,042	0,719	Tidak ada hubungan
11.	<i>Benzene</i> dengan Monosit	0,045	0,708	Tidak ada hubungan
12.	<i>Benzene</i> dengan MCV	0,023	0,842	Tidak ada hubungan
13.	<i>Benzene</i> dengan MCH	0,155	0,178	Tidak ada hubungan
14.	<i>Benzene</i> dengan MCHC	0,245	0,034	Ada hubungan
15.	<i>Benzene</i> dengan RDW	-0,171	0,137	Tidak ada hubungan
16.	<i>Benzene</i> dengan LED1	-0,237	0,042	Ada hubungan
17.	<i>Benzene</i> dengan LED2	-0,259	0,024	Ada hubungan

Dari tabel di atas terdapat hubungan korelasi untuk beberapa parameter yaitu :

- a. Terdapat hubungan *benzene* di udara *ambient* dengan MCHC dengan nilai p value = 0,034. *Benzene* di udarah dengan MCHC membentuk tren positif dengan tingkat korelasi cukup yaitu 0,245.
- b. Terdapat hubungan *benzene* di udara *ambient* dengan LED 1 jam dengan nilai p value = 0,042. *Benzene* di udarah dengan LED 1 jam membentuk tren negatif dengan tingkat korelasi cukup yaitu -0,237.
- c. Terdapat hubungan *benzene* di udara *ambient* dengan LED 2 jam dengan nilai p value = 0,024. *Benzene* di udarah dengan LED 2 jam membentuk tren negatif dengan tingkat korelasi cukup yaitu -0,259.

4. Mengetahui Hubungan antara kadar fenol dalam *urine* dengan profil darah .

Dari hasil analisis normalitas, kadar fenol *urine* terdistribusi normal sedangkan parameter pemeriksaan darah ada yang terdistribusi normal dan ada yang tidak terdistribusi normal. Untuk variabel yang terdistribusi normal akan dilakukan uji korelasi *person*, dan untuk yang tidak terdistribusi normal dengan jumlah data lebih dari 30 akan dilakukan uji korelasi *tau kendal*.

- a. Untuk mengetahui hubungan antara fenol dalam *urine* dengan variabel terikat Hb, leukosit, trombosit, hematokrit, eritrosit, netrofil, monosit, MCHC dan RDW dilakukan dengan menggunakan uji korelasi pearson karena data tersebut terdistribusi normal.

Tabel 4.15 Korelasi Fenol *Urine* dengan Profil Darah

No	Hubungan	Koefisien Korelasi	Nilai p Value	Kesimpulan
1.	Fenol <i>Urine</i> dengan Hb	0,233	0,120	Tidak ada hubungan
2.	Fenol <i>Urine</i> dengan Leukosit	0,358	0,015	Ada hubungan
3.	Fenol <i>Urine</i> dengan Trombosit	0,059	0,699	Tidak ada hubungan
4.	Fenol <i>Urine</i> dengan Hematokrit	0,166	0,269	Tidak ada hubungan
5.	Fenol <i>Urine</i> dengan Eritrosit	0,093	0,537	Tidak ada hubungan
6.	Fenol <i>Urine</i> dengan Netrofil	0,094	0,536	Tidak ada hubungan
7.	Fenol <i>Urine</i> dengan Monosit	0,015	0,919	Tidak ada hubungan
6.	Fenol <i>Urine</i> dengan MCHC	0,281	0,059	Tidak ada hubungan
7.	Fenol <i>Urine</i> dengan RDW	0,003	0,985	Tidak ada hubungan

Dari hasil pengolahan di atas dapat disimpulkan bahwa hanya terdapat hubungan korelasi antara kadar fenol dalam *urine* dengan jumlah leukosit dengan nilai p value 0,015. Fenol dalam *urine* membentuk tren positif dengan tingkat korelasi cukup yaitu 0,358.

- b. Untuk mengetahui hubungan antara fenol dalam *urine* dengan variabel terikat eosinofil, basofil, limfosit, MCV, MCH, LED 1 dan LED 2 dilakukan uji korelasi *Tau Kendal* karena data variable terikat tidak terdistribusi normal.

Tabel 4.16 Korelasi Fenol *Urine* dengan Profil Darah

No	Variabel	Koefisien Korelasi	Nilai p Value	Kesimpulan
1.	Fenol <i>Urine</i> dengan Eosinofil	0,006	0,953	Tidak ada hubungan
2.	Fenol <i>Urine</i> dengan Basofil	-0,051	0,679	Tidak ada hubungan
3.	Fenol <i>Urine</i> dengan Limfosit	-0,113	0,279	Tidak ada hubungan
4.	Fenol <i>Urine</i> dengan MCV	0,024	0,813	Tidak ada hubungan
5.	Fenol <i>Urine</i> dengan MCH	0,121	0,243	Tidak ada hubungan
6.	Fenol <i>Urine</i> dengan LED1	0,002	0,985	Tidak ada hubungan
7.	Fenol <i>Urine</i> dengan LED2	-0,031	0,762	Tidak ada hubungan

Dari hasil pengolahan dengan menggunakan korelasi *Tau Kendal* tidak ada satupun variabel terikat (profil darah yang tidak terdistribusi normal) yang mempunyai hubungan dengan kadar fenol dalam *urine* pekerja.

5. Mengetahui hubungan antara status merokok dengan kadar fenol dalam *urine* dan profil darah pekerja

Untuk mengetahui hubungan ini dilakukan uji chi square. Untuk parameter kadar fenol dalam *urine* dan profil darah pekerja data dirubah menjadi data nominal yaitu data normal dan tidak normal, sedangkan data status merokok dibedakan menjadi data merokok dan tidak merokok. Dari hasil pengolahan dengan menggunakan uji chi square didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 4.17 Hubungan Status Merokok dengan Fenol dalam *Urine* dan Profil Darah Pekerja

No	Hubungan	Nilai p Value	OR	Kesimpulan
1.	Merokok dengan Fenol <i>Urine</i>	1,000	-	Tidak signifikan
2.	Merokok dengan Hb	1,000	0,692	Tidak signifikan
3.	Merokok dengan Leukosit	1,000	1,063	Tidak signifikan
4.	Merokok dengan Trombosit	0,858	-	Tidak signifikan
5.	Merokok dengan Hematokrit	0,858	-	Tidak signifikan
6.	Merokok dengan Eritrosit	0,632	-	Tidak signifikan
7.	Merokok dengan Eosinofil	1,000	1,212	Tidak signifikan
8.	Merokok dengan Basofil	-	-	Tidak signifikan
9.	Merokok dengan Netrofil	0,968	1,236	Tidak signifikan
10.	Merokok dengan Limfosit	1,000	0,889	Tidak signifikan
11.	Merokok dengan Monosit	1,000	1,179	Tidak signifikan
12.	Merokok dengan MCV	0,587	3,130	Tidak signifikan

14.	Merokok dengan MCH	0,370	-	Tidak signifikan
15.	Merokok dengan MCHC	-	-	Tidak signifikan
16.	Merokok dengan RDW	0,752	0,327	Tidak signifikan
17.	Merokok dengan LED1	0,185	3,000	Tidak signifikan
18.	Merokok dengan LED2	0,806	1,389	Tidak signifikan

6. Mengetahui perbedaan fenol dalam *urine* dan parameter darah antara pekerja yang merokok dan tidak merokok

a. Dilakukan uji *indenpendt sample t test* untuk data yang terdistribusi normal

Tabel 4.18 Perbedaan Fenol *Urine* dan Profil Darah antara Pekerja yang Merokok dan Tidak Merokok

No	Variabel	Merokok		Tidak Merokok		Nilai p value
		Rata-rata	Standar Diviasi	Rata-rata	Standar Diviasi	
1.	Fenol <i>Urine</i>	5,813	1,416	4,943	1,865	0,080
2,	Hb	15,495	1,130	14,967	0,906	0,100
3,	Leukosit	7,246	1,621	7,211	1,884	0,946
4,	Trombosit	231,737	62,425	248,704	46,209	0,322
5,	Hematokrit	45,821	2,519	45,033	2,516	0,303
6,	Eritrosit	5,187	0,405	5,219	0,474	0,804
7,	Netrofil	56,632	6,057	56,074	8,805	0,800
8,	Monosit	7,778	1,672	7,316	1,974	0,411
9,	MCHC	33,490	0,898	33,263	0,735	0,199
10,	RDW	13,774	0,845	13,600	0,778	0,483

Dari hasil diatas tidak ada perbedaan yang signifikan kadar fenol *urine* maupun profil darah antara pekerja yang merokok dan tidak merokok

b. Dilakukan uji Man Whitney untuk data yang tidak terdistribusi tidak normal

Tabel 4.19 Perbedaan Profil Darah antara Pekerja yang Merokok dan Tidak Merokok

No	Variabel	Merokok		Tidak Merokok		Nilai p Value
		Rata-rata	Standar Diviasi	Rata-rata	Standar Diviasi	
1,	Eosinofil	2,684	1,493	2,815	1,841	0,909
2,	Basofil	0,053	0,229	0,000	0,000	0,233
3,	Limfosit	33,316	6,524	32,222	8,881	0,546
4,	MCV	88,237	4,668	86,678	5,823	0,403
5,	MCH	29,621	1,892	28,841	2,132	0,250
6,	LED1	8,947	6,196	13,815	12,260	0,249
7,	LED2	21,000	12,374	29,111	19,679	0,192

Dari hasil analisa dengan menggunakan uji mann whitney dapat dilihat bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada profil darah pekerja antara pekerja yang merokok maupun tidak merokok.

7. Mengetahui perbedaan fenol dalam *urine* dan parameter darah antara pekerja dibagian Operasi Penerimaan & Penimbunan (PP), Operasi Penyaluran, Fungsi Penunjang dan Fungsi Administrasi,
 - a. Pengujian dengan *One Way Anova* untuk data yang terdistribusi normal

Tabel 4.20 Perbedaan Fenol *Urine* dan Profil Darah antara Pekerja Operasi Penerimaan & Penimbunan, Pekerja Operasi Penyaluran, Pekerja Fungsi Penunjang dan Pekerja Fungsi Administrasi

No	Variabel	Pekerja Operasi PP		Pekerja Operasi Penyaluran		Pekerja Penunjang		Pekerja Administasi		Nilai p Value
		Rata- rata	Std. Deviasi	Rata- rata	Std. Deviasi	Rata- rata	Std. Deviasi	Rata- rata	Std. Deviasi	
1.	Fenol <i>Urine</i>	5.161	1.324	5.333	1.755	5.556	2.199	4.935	1.576	0.870
2.	Hb	15.025	0.868	15.288	1.222	15.581	0.887	14.417	1.211	0.097
3.	Leukosit	7.239	1.885	7.645	2.409	7.196	1.564	6.708	1.090	0.818
4.	Trombosit	246.375	44.548	224.125	237.750	64.331	263.167	236.167	36.102	0.529
5.	Hematokrit	44.713	2.270	45.550	3.040	46.313	2.092	44.283	3.152	0.216
6.	Eritrosit	5.104	0.410	5.276	0.416	5.368	0.489	0.952	0.306	0.157
7.	Netrofil	59.938	5.360	53.750	7.722	55.000	9.845	56.167	6.113	0.372
8.	Monosit	8.000	1.549	6.875	2.167	7.063	1.731	8.833	1.472	0.091
9.	MCHC	33.594	0.659	33.563	0.902	33.325	0.827	32.533	0.516	0.036
10	RDW	13.338	0.766	13.713	0.920	13.981	0.826	13.683	0.379	0.157

Dari hasil analisis menggunakan uji anova didapatkan bahwa hanya profil darah MCHC pekerja yang mempunyai perbedaan signifikan antara kadar MCHC pekerja operasi PP, Pekerja Operasi Penyaluran, Pekerja Fungsi Penunjang dan Pekerja Fungsi Administrasi.

b. Data variabel yang tidak terdistribusi normal untuk mengetahui perbedaannya dilakukan pengujian dengan uji Kruskal Wall.

Tabel 4.21 Perbedaan Profil Darah antara Pekerja Operasi Penerimaan & Penimbunan, Pekerja Operasi Penyaluran, Pekerja Fungsi Penunjang dan Pekerja Fungsi Administrasi

No	Variabel	Pekerja Operasi PP		Pekerja Operasi Penyaluran		Pekerja Penunjang		Pekerja Administasi		Nilai p Value
		Rata- rata	Std. Deviasi	Rata- rata	Std. Deviasi	Rata- rata	Std. Deviasi	Rata- rata	Std. Deviasi	
1.	Eosinofil	2.125	1.586	4.000	2.138	2.688	1.537	3.000	0.874	0.074
2.	Basofil	0.000	0.000	0.000	0.000	0.063	0.250	0.000	0.000	0.599
3.	Limfosit	30.938	4.328	31.625	9.211	35.188	10.245	32.000	6.633	0.764
4.	MCV	87.919	5.208	86.500	4.723	86.356	6.718	89.700	1.467	0.862
5.	MCH	29.531	1.999	29.050	1.860	28.881	2.567	29.083	0.747	0.513
6.	LED1	7.375	3.667	17.250	14.801	11.250	9.270	17.833	14.593	0.247
7.	LED2	18.313	9.457	35.750	22.575	24.688	15.696	35.167	23.319	0.159

Dari hasil analisis menggunakan uji Kruskal Wall untuk data yang tidak terdistribusi norma, didapatkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan dari profil darah pekerja baik pekerja operasi PP, pekerja operasi penyaluran, pekerja fungsi penunjang maupun pekerja fungsi Administrasi.

D. Analisis Multivariat

Analisis multivariat digunakan untuk mengetahui hubungan paling dominan secara bersama-sama antara variabel yang berhubungan, Persyaratan untuk melakukan analisis

multivariat adalah dari hasil analisis bivariat didapatkan adanya variabel yang bersama-sama mempunyai hubungan dengan nilai p (signifikansi) < 0,25,

Dari hasil pengolahan data dengan analisis bivariat variabel yang bersama-sama mempunyai nilai p (signifikansi) < 0,25 terhadap variable terikat antara lain :

1. Masa kerja dengan MCHC dengan nilai p = 0,050
2. Kadar *benzene* udara ambient dengan MCHC dengan nilai p = 0,034
3. Masa kerja dengan laju endap darah (LED) 1 jam dengan nilai p = 0,01
4. *Benzene* udara ambient dengan laju endap darah (LED) 1 jam dengan nilai p = 0,042
5. Status merokok dengan laju endap darah (LED) 1 jam dengan nilai p = 0,185
6. Masa kerja dengan laju endap darah (LED) 2 jam dengan nilai p = 0,007
7. *Benzene* udara *ambient* dengan laju endap darah (LED) 2 jam dengan nilai p = 0,024

Berdasarkan analisis deskripsi tentang MCHC didapatkan bahwa 100% pekerja Instalasi BBM Semarang mempunyai kadar MCHC normal, dan hal ini tidak bisa dilanjutkan analisis multivariat, Untuk itu analisis multivariat dilakukan untuk mengetahui penyebab dominan Laju endap darah 1 jam dan 2 jam,

Tabel 4.22 Hasil Analisis Regresi Logistrik antara Variable yang Berhubungan dengan Laju Endap Darah 1 Jam

No	Variabel	B	Nilai p	Exp (B)	95% CI	Kesimpulan
1,	Masa Kerja	2,045	0,070	7,729	0,844-70,798	Tidak signifikan
2,	<i>Benzene</i> Udara	-1,556	0,154	0,211	0,025-1,788	Tidak signifikan
3,	Merokok	1,276	0,080	3,582	0,857-14,978	Tidak signifikan

Tabel 4.23 Hasil Analisis Regresi Logistik antara Variable yang Berhubungan dengan Laju Endap Darah 2 Jam

No	Variabel	B	Nilai p	Exp (B)	95% CI	Kesimpulan
1,	Masa Kerja	1,832	0,034	6,245	1,145-34,054	signifikan
2,	<i>Benzene</i> Udara	-0,668	0,495	0,531	0,075-3,498	Tidak signifikan

Dari hasil pengolahan data di atas didapatkan bahwa hanya ada satu hubungan yang signifikan atau faktor yang paling dominan yang berhubungan dengan Laju Endap Darah 2 jam adalah faktor masa kerja dengan nilai p (value) = 0,034 ($< 0,05$) dengan 95% CI =6,245 (1,145– 34,054)

BAB V

PEMBAHASAN

Depo/Instalasi BBM merupakan salah satu industri yang mempunyai risiko tinggi terhadap aspek keselamatan dan kesehatan kerja. Di tempat penelitian yaitu Depo/Instalasi BBM Semarang didapatkan hasil bahwa konsentrasi *benzene* di udara *ambient* cukup tinggi yaitu rata-rata untuk seluruh lokasi kerja adalah $26,87 \pm 16,75$ ppm dimana nilai ini diatas nilai ambang batas yaitu 10 ppm yang ditetapkan oleh Menteri Tenaga Kerja berdasarkan Surat Edaran Menteri Tenaga Kerja no. 01 tahun 1997 dan telah menjadi Standar Nasional Indonesia

no. 19-0232-2005 tentang ambang batas zat kimia di lingkungan kerja. Dari data juga dapat dilihat nilai rata-rata tertinggi di areal lapangan tangki (*tank yard*), hal ini karena sumber utama *benzene* berasal dari penguapan tangki timbun terutama produk BBM kelompok *gasoline* yaitu premium, pertamax dan kerosene. Dengan adanya kadar *benzene* yang cukup tinggi diareal kerja, untuk menghindari adanya dampak negatif terhadap pekerja maka diperlukan langkah-langkah untuk meminimasi masuknya *benzene* tersebut kedalam tubuh manusia,

Konsentrasi rata-rata *benzene* di udara Instalasi BBM Semarang sebesar 26,87 ppm atau sekitar 85,98 mg/m³, menurut WHO (1996) dengan kadar pajanan *benzene* di udara 80 mg/m³ dengan pajanan sekitar 8 jam dimungkinkan kadar fenol dalam *urine* adalah 100 mg/l.¹² Kadar *benzene* di lingkungan pekerja Operasi Penerimaan & Penimbunan sebesar 46,72 ppm atau 149,50 mg/m³, inhalasi/inspirasi manusia berkisar antara 40-50% dari udara yang dihirup, maka konsentrasi *benzene* di udara yang terhirup adalah sekitar 74,75 mg/m³, menurut WHO (1996) dengan konsentrasi tersebut jika terpapar selama 8 jam maka kadar fenol dalam *urine* pekerja operasi penerimaan dan penimbunan adalah sekitar 116,80 mg/l. Pekerja operasi penyaluran bekerja pada lingkungan yang mempunyai konsentrasi rata-rata *benzene* 10,58 ppm atau 33,86 mg/m³, dengan inhalasi sekitar 40-50% maka dengan kadar tersebut menurut WHO (1996) jika pekerja terpapar selama 8 jam, maka kadar fenol dalam *urine* pekerja operasi penyaluran adalah 26,56 mg/l. Pekerja fungsi penunjang bekerja pada lingkungan dengan konsentrasi rata-rata *benzene* 25,04 ppm atau 80,128 mg/m³, dengan inhalasi manusia sekitar 40-50% dengan konsentrasi ini jika pekerja terpapar selama 8 jam maka dimungkinkan kadar fenol *urine* pekerja fungsi penunjang sekitar 62,50 mg/l. Pekerja fungsi administrasi bekerja pada lingkungan dengan kadar *benzene* sekitar 0,57 ppm atau 1,82 mg/m³, dengan konsentrasi ini kadar fenol dalam *urine* kurang dari 10 mg/l. Data laboratorium didapatkan kadar fenol

dalam *urine* pekerja dibawah 10 mg/l padahal konsentrasi *benzene* di lingkungan kerja Instalasi BBM Semarang cukup tinggi, menurut WHO (1996) dengan konsentrasi *benzene* yang cukup tinggi dimungkinkan kadar fenol *urine* pekerja juga tinggi. Kadar fenol *urine* pekerja yang kecil meskipun bekerja pada lingkungan dengan konsentrasi *benzene* yang cukup tinggi dapat disebabkan oleh faktor-faktor antara lain adalah lama pajanan tidak lebih dari 8 jam, karena sistem kerja di Instalasi BBM Semarang yang tidak menetap pada satu tempat tertentu walaupun daerah tersebut merupakan areal kerja dari pekerja tersebut. Selain itu faktor lain adalah pengukuran *benzene* dilakukan di udara bebas, bukan pada pekerja secara langsung, hal ini merupakan salah satu kelemahan dalam penelitian ini karena tidak mengukur kadar *benzene* yang masuk kedalam tubuh manusia dengan menggunakan *personal sampler*.

Hasil analisa kadar fenol dalam *urine* pekerja didapatkan rata-rata $5,30 \pm 1,73$ mg/l dimana dari 46 orang pekerja hanya 1 pekerja yang terindikasi kadar fenol dalam *urinenya* tinggi atau diatas ambang batas yang diperkenankan.

Rata-rata kadar hemoglobin dari pekerja Instalasi BBM Semarang adalah $15,18 \pm 1,03$ gr/dL, secara umum berada dalam kisaran normal dimana sekitar 44 dari 46 pekerja mempunyai kadar hemoglobin sesuai dengan standar. Pekerja yang mengalami kekurangan kadar hemoglobin dapat mengalami penyakit yang disebut anemia, sedangkan pekerja yang kadar hemoglobinnya tinggi dapat disebabkan karena menderita suatu penyakit antara lain paru-paru, masalah sumsum yang dikenal dengan *polycythemia rubra vera* dan penyalahgunaan hormon erythropoietin.³³

41 pekerja Instalasi BBM Semarang mempunyai kadar sel darah putih (leukosit) normal dan hanya sekitar 5 orang pekerja tidak normal. Ketidaknormalan kadar leukosit pada pekerja

dapat disebabkan karena adanya suatu penyakit dalam diri pekerja, karena leukosit mempunyai fungsi utama sebagai sistem pertahanan tubuh sehingga kalau ada benda asing maka leukosit akan memainkan perannya. Permasalahan yang timbul adalah jika ketidaknormalan kadar leukosit disebabkan adanya gangguan sistem *hematopoietic* yaitu adanya perbanyakan secara tak normal atau transformasi maligna dari sel-sel pembentuk darah di sumsum tulang dan jaringan limfoid, hal inilah yang dapat menyebabkan terjadinya kanker darah atau leukemia. Penyakit leukimia dibedakan menjadi 3 (tiga) ; yang pertama leukemia leukimik, bila jumlah leukosit di dalam darah lebih dari normal, terdapat sel-sel abnormal ; yang kedua leukemia subleukemik, bila jumlah leukosit di dalam darah kurang dari normal, terdapat sel-sel abnormal ; yang ketiga adalah leukemia aleukemik, bila jumlah leukosit di dalam darah kurang dari normal, tidak terdapat sel-sel abnormal.³¹ Namun untuk itu perlu adanya pengecekan terlebih lanjut untuk pekerja yang mengalami ketidaknormalan kadar leukositnya agar dapat ditentukan penyebabnya.

Hasil analisa kadar trombosit pekerja Instalasi BBM Semarang didapatkan hasil bahwa rata-rata trombosit pekerja $241,70 \pm 53,51 \times 10^3/uL$. Dari 46 pekerja didapatkan bahwa 44 pekerja atau 95,7% normal, hanya ada 2 orang pekerja yang jumlah trombosit darahnya dibawah nilai normal. Menurut Prof, Dr, Zubairi Djoerban SpSD KHOM, ahli Hematologi dari Fakultas Universitas Indonesia (FKUI)/RS Cipto Mangunkusumo (RSCM), trombosit rendah bisa disebabkan oleh bermacam hal. Tapi secara garis besar penurunan kadar trombosit disebabkan oleh dua hal yaitu kerusakan trombosit di peredaran darah, atau kurangnya produksi trombosit di sumsum tulang. Demam berdarah merupakan salah satu penyakit yang ditandai oleh penurunan jumlah trombosit dalam darah karena adanya kerusakan trombosit. Penyebab kerusakan trombosit dalam demam berdarah disebabkan karena adanya infeksi. Selain demam

berdarah, infeksi yang mengurangi jumlah trombosit adalah tifus. Kerusakan trombosit juga bisa terjadi pada penyakit *Immunologic Thrombocytopenia Purpura* (ITP), ini merupakan penyakit auto imun dimana zat anti bodi yang dibentuk tubuh malah menyerang trombosit. Penurunan kadar trombosit juga bisa ditemui dalam kasus *Disseminated Intravascular Coagulation* (DIC). Biasanya ini terjadi pada pasien dengan penyakit berat seperti pasien dengan sirosis hati, shock, infeksi kuman apapun dalam darah yang berat sekali, serta penyakit lupus. Gangguan sistem *hematopoietic* juga dapat menyebabkan trombosit yang rendah dikarenakan produksi yang kurang, penyakitnya bisa berupa anemia aplastik. Anemia aplastik terjadi jika sel yang memproduksi butir darah merah yang terletak di sumsum tulang tidak dapat menjalankan tugasnya. Pada anemia aplastik, trombosit yang rendah juga disertai leukosit yang rendah sehingga sumsum tulangnya kosong. Trombosit yang rendah juga kerap ditemui pada penderita penyakit leukemia. Sering juga ditemui pada penderita penyakit mielofibrosis.³²

Hasil analisa kadar hematokrit darah pekerja Instalasi BBM Semarang 100% normal. Jika terjadi gangguan sistem *hematopoietic* yaitu berkurangnya kadar hematokrit darah maka hal ini adalah gejala awal terjadinya penyakit anemia,

Kadar eritrosit pekerja Instalasi BBM Semarang dari hasil analisa laboratorium menyatakan bahwa 41 orang pekerja tau 89,1% berada dalam keadaan normal. Sekitar 5 orang pekerja mempunyai kadar eritrosit yang tidak normal, Ketidak normalan kadar eritrosit dapat menyebabkan penyakit kurang darah atau anemia.³²

Dari hasil analisa laboratorium didapatkan bahwa 38 pekerja di Instalasi BBM Semarang kadar eosinofil darahnya normal, namun terdapat 8 orang pekerja mempunyai

kadar eosinofil diatas nilai yang ditetapkan. Jumlah eosinofil yang tinggi merupakan salah satu gangguan sistem *hematopoietic* dan dapat menyebabkan eosinofilia. Eosinofilia bukan merupakan suatu [penyakit](#), tetapi merupakan respon terhadap suatu penyakit. Peningkatan jumlah eosinofil dalam darah biasanya menunjukkan respon yang tepat terhadap sel-sel [abnormal](#), [parasit](#) atau bahan-bahan penyebab [reaksi alergi](#) ([alergen](#)). Setelah dibuat di dalam [sumsum tulang](#), eosinofil akan memasuki aliran darah dan tinggal dalam darah hanya beberapa jam, kemudian masuk ke dalam [jaringan](#) di seluruh [tubuh](#), jika suatu bahan [asing](#) masuk ke dalam tubuh, akan terdeteksi oleh [limfosit](#) dan [neutrofil](#), yang akan melepaskan bahan untuk menarik eosinofil ke daerah ini, eosinofil kemudian melepaskan bahan [racun](#) yang dapat membunuh parasit dan menghancurkan [sel-sel](#) yang abnormal.³³

Sindroma Hiper-Eosinofilik Idiopatik adalah suatu penyakit di mana jumlah eosinofil meningkat sampai lebih dari 1,500 sel/mikro darah selama lebih dari 6 bulan tanpa penyebab yang jelas. Penyakit ini bisa mengenai usia berapapun, tetapi lebih sering menyerang pria di atas 50 tahun. Peningkatan jumlah eosinofil bisa merusak jantung, paru-paru, hati, kulit dan sistem saraf, misalnya jantung bisa mengalami peradangan (suatu keadaan yang disebut endokarditis *löffler*), yang menyebabkan terbentuknya bekuan darah, gagal [jantung](#), serangan jantung atau kelainan fungsi [katup](#) jantung. Sindroma Eosinofilia-Mialgia adalah suatu penyakit di mana eosinofilia disertai dengan nyeri otot, kelelahan, pembengkakan, nyeri sendi, batuk, sesak nafas, ruam kulit dan kelainan neurologis. Sindroma ini muncul pada awal tahun 1990, yaitu pada orang-orang yang mengkonsumsi sejumlah besar triptofan, yang merupakan suatu produk toko makanan sehat yang populer, yang kadang dianjurkan oleh dokter untuk menambah

tidur. Kemungkinan penyebabnya adalah pencemaran pada produk tersebut, bukan triptofannya sendiri. Sindroma ini bisa berlangsung selama beberapa minggu sampai beberapa bulan setelah pemakaian triptofan dihentikan dan bisa menyebabkan kerusakan saraf yang menetap bahkan kematian.³³

Dari hasil analisa laboratorium didapatkan bahwa 17 orang pekerja Instalasi BBM Semarang mempunyai jumlah netrofil darah normal dan 29 orang pekerja terindikasi memiliki jumlah netrofil darah tidak normal. Jumlah netrofil dari 29 orang pekerja tersebut berada di luar batas normal (60-70%). Penurunan jumlah netrofil disebut sebagai netropenia. Netrofil merupakan sistem pertahanan seluler yang utama dalam tubuh untuk melawan bakteri dan jamur. Netrofil juga membantu penyembuhan luka dan memakan sisa-sisa benda asing. Neutropenia memiliki banyak penyebab. Penurunan jumlah neutrofil bisa disebabkan karena berkurangnya pembentukan neutrofil di sumsum tulang atau karena penghancuran sejumlah besar sel darah putih dalam sirkulasi. Anemia aplastik menyebabkan neutropenia dan kekurangan jenis sel darah lainnya. Penyakit keturunan lainnya yang jarang terjadi, seperti *agranulositosis genetik infantil* dan *neutropenia familial*, juga menyebabkan berkurangnya jumlah sel darah putih. Pada *neutropenia siklik* (suatu penyakit yang jarang), jumlah neutrofil turun-naik antara normal dan rendah setiap 21-28 hari; jumlah neutrofil bisa mendekati nol dan kemudian secara spontan kembali ke normal setelah 3-4 hari. Pada saat jumlah neutrofilnya sedikit, penderita penyakit ini cenderung mengalami infeksi. Beberapa penderita kanker, *tuberkulosis*, *mielofibrosis*, kekurangan vitamin B12 dan kekurangan asam folat mengalami neutropenia.³²

Jumlah limfosit darah dari Pekerja Instalasi BBM Semarang berdasarkan hasil analisa laboratorium didapatkan hasil bahwa 25 pekerja memiliki jumlah limfosit yang normal dan 21 orang pekerja terindikasi tidak normal. Dari 21 orang pekerja tersebut ada yang jumlah limfositnya dibawah batasan normal ($< 25\%$) namun ada yang diatas batas normal ($>33\%$). Untuk pekerja yang mempunyai jumlah limfosit rendah disebut sebagai limfositopenia. Limfositopenia dapat disebabkan oleh berbagai macam penyakit dan keadaan. Jumlah limfosit dapat berkurang pada saat stress berat dan selama pengobatan (kortikostteroid), kemoterapi untuk kanker dan terapi penyinaran. Penyakit yang dapat menyebabkan limfositopenia adalah kanker (leukemia, limfoma, penyakit hogdkin), artritis rematoid, lupus eritamous sistemik, infeksi kronik, AIDS dan beberapa infeksi virus. Seperti pada artikel yang disampaikan oleh Amalya Oehadian dari sub bagian Hematologi Onkologi Medik Bagian Penyakit Dalam FK UNPAD/ RS Hasan Sadikin Bandung tentang Kelainan Darah pada Lupus Eritematosus Sistemik (2008) ditemukan bahwa sekitar 20-75% penderita penyakit ini mengalami penurunan limfosit atau mengalami limfositopenia. Untuk pekerja yang mengalami peningkatan jumlah limfosit dalam darahnya disebut sebagai limfositosis. Penyebab utama terjadinya limfositosis adalah infeksi adanya suatu bakteri atau virus, *Chronic lymphocytic leukemia* dan *acute lymphoblastic leukemia* dapat menyebabkan terjadinya limfositosis.³³

Hasil analisa jumlah monosit terhadap pada pekerja Instalasi BBM Semarang didapatkan bahwa 12 orang pekerja mempunyai jumlah monosit normal namun terdapat 34 pekerja dengan jumlah monosit diatas nilai normal (6%). Jumlah monosit yang diatas nilai normal ini mengindikasikan terjadi monositosis pada pekerja. Terjadinya

monositosis merupakan gangguan terhadap sistem *hematopoietic* yaitu adanya produksi monosit yang berlebih di sumsum tulang belakang. Monositosis dapat menjadi indikasi awal terjadinya infeksi terhadap virus tertentu misalnya tuberkulosis, kanker dan kelainan sistem kekebalan bisa meningkatkan jumlah monosit.³¹

Hasil analisa terhadap *Mean Corpuscular Volume* (MCV) pekerja Instalasi BBM Semarang pada umumnya mempunyai hasil normal pada 41 pekerja dan 5 orang pekerja terindikasi tidak normal berada di bawah batas normal (80 fl). Menurunnya jumlah MCV pada pekerja merupakan indikasi adanya gangguan sistem *hematopoietic*. Rendahnya MCV dapat menjadi salah satu indikasi terjadinya penyakit thalassemia yaitu penyakit akibat terjadinya ketidakseimbangan pembuatan salah satu dari keempat rantai asam amino yang membentuk hemoglobin. Semua thalassemia memiliki gejala yang mirip, tetapi beratnya bervariasi. Sebagian besar penderita mengalami anemia yang ringan. Pada bentuk yang lebih berat, misalnya beta-thalassemia mayor, bisa terjadi sakit kuning (*jaundice*), luka terbuka di kulit (*ulkus*, borok), batu empedu dan pembesaran limpa. Sumsum tulang yang terlalu aktif bisa menyebabkan penebalan dan pembesaran tulang, terutama tulang kepala dan wajah. Tulang-tulang panjang menjadi lemah dan mudah patah. Anak-anak yang menderita thalassemia akan tumbuh lebih lambat dan mencapai masa pubertas lebih lambat dibandingkan anak lainnya yang normal. Karena penyerapan zat besi meningkat dan seringnya menjalani transfusi, maka kelebihan zat besi bisa terkumpul dan mengendap dalam otot jantung, yang pada akhirnya bisa menyebabkan gagal jantung.³³

Mean Corpuscular Hemoglobin (MCH) pekerja Instalasi BBM Semarang didapatkan hasil analisa laboratorium 43 pekerja berada pada level yang normal dan 3

pekerja mengalami ketidaknormalan dimana berada di bawah batas normal (26 pg). Dengan adanya jumlah MCH yang rendah mengindikasikan bahwa perlu adanya pemeriksaan lebih lanjut karena MCH yang rendah merupakan salah indikasi terjadinya penyakit *thalasemia*.³²

Red Blood Cells Distribution Width (RDW) dari hasil analisa laboratorium menyatakan bahwa 40 orang pekerja Instansi BBM Semarang berada pada level normal dan 6 orang pekerja berada diatas batas normal (14,8%). RDW merupakan salah satu parameter pemeriksaan darah yang bersama-sama dengan parameter pemeriksaan darah lain yaitu MCV digunakan untuk mengidentifikasi penyakit darah antara lain anemia, *thalasemia*, *leukemia* dan kelainan darah yang lain.³³

Hasil pemeriksaan laju endap darah (LED) pada pekerja Instalasi BBM Semarang dilaksanakan untuk laju endap darah 1 jam dan 2 jam. Dari hasil analisa laboratorium, untuk laju endap darah 1 jam terdapat 30 pekerja normal dan 16 orang pekerja terindikasi tidak normal atau laju endap darahnya tinggi, begitu pula pada laju endap darah 2 jam terdapat 24 pekerja tidak normal dan 22 pekerja normal. Faktor-faktor yang mempengaruhi laju endap darah adalah faktor eritrosit, faktor plasma dan faktor teknik. Jumlah eritrosit darah yang kurang dari normal, ukuran eritrosit yang lebih besar dari normal dan eritrosit yang mudah beraglutinasi akan menyebabkan laju endap darah cepat. Walaupun demikian, tidak semua anemia disertai laju endap darah yang cepat. Pada anemia sel sabit, akantositosis, sferositosis serta poikilositosis berat, laju endap darah tidak cepat, karena pada keadaan-keadaan ini pembentukan rouleaux sukar terjadi. Pada polisitemia dimana jumlah eritrosit/ μ l darah meningkat, laju endap darah normal. Pembentukan rouleaux tergantung dari komposisi protein plasma. Peningkatan kadar

fibrinogen dan globulin mempermudah pembentukan rouleaux sehingga laju endap darah cepat sedangkan kadar albumin yang tinggi menyebabkan laju endap darah lambat. Laju endap darah terutama mencerminkan perubahan protein plasma yang terjadi pada infeksi akut maupun kronik, proses degenerasi dan penyakit limfoproliferatif. Peningkatan laju endap darah merupakan respons yang tidak spesifik terhadap kerusakan jaringan dan merupakan petunjuk adanya penyakit.³¹

Bila dilakukan secara berulang laju endap darah dapat dipakai untuk menilai perjalanan penyakit seperti tuberkulosis, demam rematik, artritis dan nefritis. Laju endap darah yang cepat menunjukkan suatu lesi yang aktif, peningkatan laju endap darah dibandingkan sebelumnya menunjukkan proses yang meluas, sedangkan laju endap darah yang menurun dibandingkan sebelumnya menunjukkan suatu perbaikan. Selain pada keadaan patologik, laju endap darah yang cepat juga dapat dijumpai pada keadaan-keadaan fisiologik seperti pada waktu haid, kehamilan setelah bulan ketiga dan pada orang tua. Dan akhirnya yang perlu diperhatikan adalah faktor teknik yang dapat menyebabkan kesalahan dalam pemeriksaan laju endap darah. Selama pemeriksaan tabung atau pipet harus tegak lurus; miring dapat menimbulkan kesalahan 30%. Tabung atau pipet tidak boleh digoyang atau bergetar, karena ini akan mempercepat pengendapan. Suhu optimum selama pemeriksaan adalah 20°C, suhu yang tinggi akan mempercepat pengendapan dan sebaliknya suhu yang rendah akan memperlambat. Bila darah yang diperiksa sudah membeku sebagian hasil pemeriksaan laju endap darah akan lebih lambat karena sebagian fibrinogen sudah terpakai dalam pembekuan. Pemeriksaan laju endap darah harus dikerjakan dalam waktu 2 jam setelah pengambilan darah, karena darah yang dibiarkan terlalu lama akan berbentuk sferik sehingga sukar membentuk rouleaux dan hasil pemeriksaan laju endap darah menjadi lebih lambat.³¹

Dari hasil analisis bivariat yang digunakan untuk melihat ada tidaknya hubungan yang signifikan antara variabel bebas dengan variabel terikat didapatkan beberapa variabel mempunyai hubungan yang signifikan dengan tingkat signifikansi (*p value*) dibawah 0,05.

Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration (MCHC) pekerja Instalasi BBM Semarang mempunyai korelasi atau hubungan dengan masa kerja dengan nilai *p value* 0,05 dimana tren yang dibentuk adalah negatif dengan tingkat korelasi cukup ($R = -0,210$). Selain itu MCHC juga mempunyai hubungan yang signifikan dengan *benzene* di udara *ambeint* dengan *p value* 0,034 tren yang terbentuk adalah positif dengan tingkat korelasi yang cukup ($R = 0,245$).

Laju endap darah pekerja baik LED 1 jam mempunyai hubungan yang signifikan dengan masa kerja pekerja dengan *p value* 0,01 dimana terbentuk tren positif dengan tingkat korelasi yang cukup ($R = 0,278$). Begitu juga untuk Laju Endap Darah 2 Jam mempunyai hubungan dengan masa kerja dengan tingkat signifikansi *p value* 0,007 dimana tren yang terbentuk adalah positif dengan tingkat korelasi cukup ($R = 0,286$). Hal ini mengindikasikan semakin lama orang bekerja dan semakin lama terpajan *benzene* akan mengalami laju endap darah yang tinggi.

Kadar fenol dalam *urine* pekerja mempunyai korelasi dengan jumlah leukosit pekerja dengan nilai signifikansi *p value* 0,015 dengan trend yang terbentuk adalah positif dengan tingkat korelasi yang cukup ($R=0,358$). Hal ini berarti semakin tinggi fenol dalam *urine* pekerja semakin tinggi jumlah leukosit (sel darah putih) pekerja. Hal ini mengindikasikan dapat timbul penyakit yang berbahaya dengan adanya jumlah leukosit yang tinggi misalnya terjadinya kanker darah (leukemia).

Terdapat perbedaan yang signifikan jumlah *Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration* (MCHC) antara pekerja operasi penerimaan penimbunan, pekerja operasi penyaluran, pekerja fungsi penunjang dan pekerja fungsi Administrasi. Hal ini karena dengan jenis pekerjaan yang berbeda mempunyai risiko pajanan *benzene* yang berbeda, Hal ini dapat terlihat bahwa kadar MCHC juga mempunyai hubungan dengan konsentrasi *benzene* di udara *ambient*,

Variabel terikat yang dipengaruhi bersama-sama oleh variabel bebas adalah Laju endap darah 1 jam yang dipengaruhi oleh masa kerja, *benzene* di udara, dan status merokok. Dari hasil analisis multivariat didapatkan bahwa tidak terdapat variabel bebas yang paling dominan mempengaruhi laju endap darah 1 jam pekerja.

Laju endap darah 2 jam dipengaruhi bersama-sama oleh masa kerja dan *benzene* di udara, setelah dilakukan analisis multivariat didapatkan hasil bahwa masa kerja mempunyai hubungan atau pengaruh paling dominan terhadap laju endap darah 2 jam dengan nilai *p value* 0,034 dengan tingkat keyakinan 95% CI = 6,245 (1,145 – 34,054).

BAB VI

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan dari hasil penelitian yang telah dilakukan pada pekerja Instalasi BBM Semarang dapat disimpulkan bahwa :

1. Konsentrasi uap *benzene* di udara ambient Instalasi BBM Semarang cukup tinggi, konsentrasi terendah pada areal perkantoran 0,57 ppm dan tertinggi areal tagki yaitu 86,27 ppm. Nilai ini melebihi ambang batas yang ditetapkan Pemerintah Indonesia yaitu sebesar 10 ppm (SNI 19-0232-2005).
2. Pengukuran kadar fenol dalam *urine* pekerja Instalasi BBM Semarang didapatkan hasil bahwa dari 46 pekerja hanya 1 orang pekerja yang kadar fenol *urine* melebihi nilai ambang batas (maksimal 10 mg/l). Konsentrasi rata-rata fenol *urine* pekerja adalah $5,30 \pm 1,73$ mg/l yang berarti secara umum konsentrasi fenol dalam *urine* pekerja Instalasi BBM Semarang berada pada kisaran normal.
3. Pengukuran terhadap profil darah pekerja Instalasi BBM Semarang didapatkan hasil sebagai berikut :
 - a. Hemoglobin : 44 pekerja normal ; 2 orang pekerja tidak normal
 - b. Leukosit : 41 pekerja normal ; 5 orang pekerja tidak normal
 - c. Trombosit : 44 pekerja normal ; 2 orang pekerja tidak normal
 - d. Hematokrit : 46 pekerja atau 100 % normal
 - e. Eritrosit : 41 pekerja normal ; 5 orang pekerja tidak normal
 - f. Eosinofil : 38 pekerja normal ; 8 orang pekerja tidak normal
 - g. Basofil : 46 pekerja atau 100 % normal
 - h. Netrofil : 17 pekerja normal ; 29 orang pekerja tidak normal
 - i. Limfosit : 25 pekerja normal ; 21 orang pekerja tidak normal
 - j. Monosit : 12 pekerja normal ; 34 orang pekerja tidak normal
 - k. MCV : 41 pekerja normal ; 5 orang pekerja tidak normal
 - l. MCH : 43 pekerja normal ; 3 orang pekerja tidak normal

- m. MCHC : 46 pekerja atau 100 % normal
- n. RDW : 40 pekerja normal ; 6 orang pekerja tidak normal
- o. LED 1 jam : 30 pekerja normal ; 16 orang pekerja tidak normal
- p. LED 2 jam : 22 pekerja normal ; 24 orang pekerja tidak normal

4. Tidak ada hubungan antara masa kerja dengan kadar fenol dalam *urine* pekerja Instalasi BBM Semarang
5. Hubungan masa kerja dengan profil darah pekerja hanya terjadi pada beberapa variabel saja antara lain MCHC, LED 1 jam dan LED 2 Jam.
6. Tidak terdapat hubungan antara *benzene* di udara *ambient* dengan fenol dalam *urine* pekerja Instalasi BBM Semarang
7. Hubungan *benzene* di udara *ambient* dengan profil darah pekerja hanya terjadi pada esoinofil, MCHC, LED 1 jam dan LED 2 jam.
8. Tidak terdapat hubungan antara status merokok pekerja dengan kadar fenol dalam *urine*
9. Tidak terdapat hubungan antara status merokok pekerja dengan profil darah pekerja.
10. Tidak terdapat perbedaan signifikan kadar fenol *urine* antara pekerja yang merokok dan tidak merokok.
11. Tidak terdapat perbedaan signifikan profil darah pekerja antara pekerja yang merokok dan tidak merokok.

12. Tidak terdapat perbedaan signifikan fenol *urine* antara Pekerja Operasional Penerimaan & Penimbunan, Pekerja Operasional Penyaluran, Pekerja Fungsi Penunjang, dan Pekerja Fungsi Administrasi.
13. Terdapat perbedaan signifikan MCHC antara Pekerja Operasional Penerimaan & Penimbunan, Pekerja Operasional Penyaluran, Pekerja Fungsi Penunjang, dan Pekerja Fungsi Administrasi. Profil darah selain MCHC tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara Pekerja Operasional Penerimaan & Penimbunan, Pekerja Operasional Penyaluran, Pekerja Fungsi Penunjang, dan Pekerja Fungsi Administrasi.

B. Saran

Dengan hasil analisis yang dilakukan, maka keberadaan *benzene* di udara mempunyai efek yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Untuk itu diperlukan langkah-langkah yang nyata untuk meminimasi masuknya *benzene* ke dalam tubuh manusia antara lain :

1. Pengendalian teknis (*engineering control*)

Engineering control ditujukan untuk mengendalikan adanya *release benzene* dari sumber, Teknologi yang digunakan untuk mengendalikan *release benzene* antara lain :

- a. Pemasangan *automatic tank gauge* pada tangki *vertical* sehingga tidak terdapat proses pembukaan lubang *dipping* untuk pengukuran ketinggian

BBM, Pengukuran ketinggian dilakukan dengan teknologi yang dapat dibaca melalui sistem komputerisasi,

- b. Pemasangan *vapor release system* BBM pada *filling shed* agar uap BBM yang keluar dari mobil tangki dapat disalurkan ke dalam tangki penampung dan tidak *release* ke udara bebas, Pemasangan sistem ini dilakukan pada mobil tangki maupun di *filling shed*,
- c. Pemasangan *Motor Oil Valve* (MOV) pada seluruh sisten *gate valve* sehingga sistem buka tutup dapat dilakukan dari *control room*, sehingga pekerja tidak langsung bekerja di areal *tank yard* dan tidak terpapar *benzene* dari udara ambient

2. Pengendalian administrasi (*administration control*)

Pengendalian administrasi yaitu dengan melakukan sistem rotasi dan pengaturan jam kerja bagi pekerja Instalasi BBM Semarang. Selain itu perlu adanya pergantian pekerja dalam rentang waktu tertentu.

3. Pengendalian pekerja (*personal control*)

Pengendalian pekerja adalah langkah terakhir yang dilakukan untuk meminimasi masuknya uap *benzene* ke dalam tubuh, Pengendalian pekerja dilakukan antara lain dengan beberapa cara yaitu :

- a. Pemakaian alat pelindung diri berupa gas masker yang dilengkapi dengan cartridge hidrokarbon,

- b. Pemberian suplemen atau *extra feeding* sebagai zat penetral masuknya *benzene* ke dalam tubuh misalnya pemberian susu atau zat anti toksik lainnya.
 - c. Pembudayaan gerakan hidup sehat untuk menjaga kebugaran dan daya tahan tubuh.
4. Kepada pihak perusahaan diharapkan dapat dilakukan pemeriksaan lebih lanjut terhadap pekerja yang terindikasi mempunyai kadar profil darah tidak normal sehingga dapat diantisipasi lebih awal jika menderita penyakit yang berbahaya.

DAFTAR PUSTAKA

1. WHO Regional Office for Europe, 2000.
2. Material Safety Data Sheet. *Gasoline All Grades*. HESS Company, 2007.
3. Departemen Tenaga Kerja Republik Indonesia. *Surat Edaran Menteri Tenaga Kerja RI Nomor : SE/01/MENAKER/1997 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Kimia di Udara Lingkungan Kerja*. Jakarta, 1997
4. Zhang Luoping. *Hematotoxicity in Worker Exposed to Low Levels of Benzene in China*. School of Public Health University of California, 2005.
5. National Toxicology Program. *Toxicology and Carcinogenesis Studies in Haploinsufficient $p16^{ink4a}/p19^{Arf}$ N2 Mice*. Benzene GMM 8, 2006.
6. Fessenden, Ralf and Fessenden, Joan. *Kimia Organik*. Edisi ketiga, Penerbit Erlangga, Jakarta. 1991.
7. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ASTDR). *Toxicological Profiles for Benzene*. US Department of Health and Human Service, Public Health Service, Atlanta, Georgia, USA, September 2005
8. Benzene Material Safety Data Sheet, Science Lab, Houston, USA.
9. Satmoko, Wisaksono. *Risiko Pemajanan Benzene Terhadap Pekerja dan Cara Pemantauan Biologis*. Cermin Dunia Kedokteran no 142, 2004.
10. Sherwood, Lauralee. *Fisiologi Manusia dari Sel ke Sistem*. Edisi kedua, EGC, Jakarta, 2001. (4)
11. Ganong, F Willian. *Buku Ajar Fisiologi*. Edisi ke 17, EGC, Jakarta, 1999.
12. World Health Organization (WHO). *Biological Monitoring of Chemical Exposure in the Workplace Guidelines*, Volume 2, Geneva, 1996.
13. Usman, Husaini Prof. *Pengantar Statistik*. Bumi Aksara, 2006
14. National Institute for Occupational Health and Safety (NIOSH). *NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards*. Departemen of Health and Human Service. Centers for Diseases Control and Prevention. National Institute for Occupational Health and Safety. Cincinnati, USA, September 2005

15. American Conference Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). *Threshold Limit Value for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices*. Cincinnati, Ohio, USA. 1997
16. SNI no. 19-0232-2005 tentang ambang batas zat kimia lingkungan kerja, tahun 2005
17. Prof. Dr. Sugiyono. *Statistik Nonparametris Untuk Penelitian*, Alfabeta, 2006.
18. Supranto, J. *Statistik Teori dan Aplikasi, Jilid I*. Penerbit Erlangga, 2000.
19. Supranto, J. *Statistik Teori dan Aplikasi, Jilid II*. Penerbit Erlangga, 2000.
20. Scheffler, William. *Statistika untuk Biologi, Farmasi, Kedokteran, dan Ilmu yang Bertautan*. Penerbit ITB Bandung, 1987.
21. Sarwono, Jhonatan. *Analisis Statistik Korelasi*. Pojok Talassalampang, 2010.
22. Santoso, Singgih. *Mengatasi Berbagai Masalah Statistik dengan SPSS versi 11.5*. Gramedia, 2004
23. Sastroasmoro, Sudigdo dr. *Dasar-dasar Metodologi Penelitian Klinis*. Sagung Seto, Jilid 3.
24. Saleh, Chairul. *Metodologi Penelitian Sebuah Petunjuk Praktis*. Jaya Abadi Press, 2008.
25. Lodge, P James. *Methods of Air Sampling Quality*. Lewis Publisher Inc.
26. Moller, Lenmart. *Environmental Medicine*. Joint Industrial Safety Council, 2000.
27. Derelanko, J Michael and Hollinger, A Manfred. *CRC Handbook of Toxicology*. CRC Press New York.
28. Basset W.H. *Clay's Handbook of Environmental Health*. Chapman and Hall Medical, New York, 1992.
29. Zenz, Carl and Dickerson, Bruce. *Occupational Medicine*. Mosby, Third Edition, Chicago, 1998.
30. Cooper, David. *Air Pollution Control A Design Approach*. Waveland Press Inc, Florida. 1994.
31. Darma, dr. *Penilaian Hasil Pemeriksaan Hematologi Rutin*. Bagian Patologi Klinik Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia/RSCM, Jakarta
32. *Hitung Darah Lengkap*. Wikipedia, Ensiklopedia Bebas.
33. *Informasi tentang Penyakit*. Medicastore.
34. Mukono, J. *Epidemiologi Lingkungan*. Airlangga University Press, 2002.
35. Slamet Soemirat, Juli. *Kesehatan Lingkungan*. Gadjah Mada University Press, 2007.

KUISIONER

FAKTOR FAKTOR RISIKO PENGGANGGU SISTEM HEMOPOITIK

AKIBAT PAPARAN BENZENE

PADA PEKERJA DEPO DISTRIBUSI BBM SEMARANG

I. IDENTITAS

- a. Nama :
- b. Jenis Kelamin :
- c. Tempat Tanggal Lahir :
- d. No. Pekerja/bagian :
- e. Jabatan/pekerjaan :
- f. Masa Kerja :
- g. Berat/Tinggi Badan :

II. DALAM MELAKSANAKAN PEKERJAAN, APAKAH TIMBUL KELUHAN

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| a. Gangguan tidur : Ya/Tidak | m. Kurang Gairah Bekerja : Ya/Tidak |
| b. Lesu, lemah : Ya/Tidak | n. Berdebar-debar : Ya/Tidak |
| c. Pusing-pusing : Ya/Tidak | o. Batuk-batuk : Ya/Tidak |
| d. Sakit Kepala : Ya/Tidak | p. Gangguan Pencernaan : Ya/Tidak |
| e. Cepat Capek : Ya/Tidak | q. Gangguan Lambung : Ya/Tidak |
| f. Cepat Marah : Ya/Tidak | r. Sembelit : Ya/Tidak |
| g. Tangan Gemetar: Ya/Tidak | s. Sendi-sendii : Ya/Tidak |
| h. Gelisah : Ya/Tidak | t. Apakah Anda Merokok : Ya/Tidak |
| i. Sakit Dada : Ya/Tidak | |
| j. Sesak Nafas : Ya/Tidak | |
| k. Kurang Nafsu Makan : Ya/Tidak | |
| l. Perubahan Berat Badan : Ya/Tidak | |

Keluhan-keluhan lain yang berkaitan dengan pekerjaan

.....

III. SELAMA 1 TAHUN INI APAKAH ANDA PERNAH SAKIT

- | | | | |
|------------------|------------|----------------|------------|
| a. Darah Tinggi | : Ya/Tidak | i. Malaria | : Ya/Tidak |
| b. Darah Rendah | : Ya/Tidak | j. Sendi-sendi | : Ya/Tidak |
| c. Jantung | : Ya/Tidak | k. Batu ginjal | : Ya/Tidak |
| d. Lambung | : Ya/Tidak | l. Mata | : Ya/Tidak |
| e. Kulit | : Ya/Tidak | m. Telinga | : Ya/Tidak |
| f. Kencing Manis | : Ya/Tidak | n. Hidung | : Ya/Tidak |
| g. Thypoid | : Ya/Tidak | | |
| h. TBC | : Ya/Tidak | | |

Apakah anda dianjurkan untuk pengobaran terus menerus : Ya/Tidak

Karena apa : Sejak kapan :

Semarang,

.....

Analisa Statistik

A. Uji Deskriptif Data

1. Deskriptif Umur Pekeja Instalasi BBM Semarang Tahun 2009

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Umur	46	20.00	54.00	45.1304	10.91097
Valid N (listwise)	46				

2. Komposisi Pekerja Instalasi BBM Semarang Tahun 2009

Fungsi

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Operasi PP	16	34.8	34.8	34.8
Operasi Penyaluran	8	17.4	17.4	52.2
Penunjang	16	34.8	34.8	87.0
administrasi	6	13.0	13.0	100.0
Total	46	100.0	100.0	

3. Masa Kerja Pekerja Instalasi BBM Semarang Tahun 2009

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Masakerja	46	3.00	36.00	25.0652	11.07631
Valid N (listwise)	46				

4. Status Merokok Pekerja Instalasi BBM Semarang Tahun 2009

Merokok

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid tidak merokok	27	58.7	58.7	58.7
Merokok	19	41.3	41.3	100.0
Total	46	100.0	100.0	

5. Deskripsi Hasil Pengukuran Kadar Fenol Urine Pekerja Instalasi BBM Semarang Tahun 2009

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Fenolurine	46	2.17	10.42	5.3024	1.73257
Valid N (listwise)	46				

Fenolurine

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	normal	45	97.8	97.8	97.8
	tidak normal	1	2.2	2.2	100.0
	Total	46	100.0	100.0	

6. Deskripsi Hasil Pengukuran Profil Darah Pekerja Instalasi BBM Semarang Tahun 2009

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Hb	46	13.10	17.90	15.1848	1.02653
Leukosit	46	3.14	13.27	7.2257	1.76110
Trombosit	46	80.00	324.00	241.6957	53.51464
Hematokrit	46	40.80	51.20	45.3587	2.52010
Eritrosit	46	4.38	6.30	5.2059	.44206
Eosinofil	46	.00	7.00	2.7609	1.68898
Basofil	46	.00	1.00	.0217	.14744
Netrofil	46	35.00	70.00	56.3043	7.71685
Limfosit	46	15.00	57.00	32.6739	7.93040
Monosit	46	4.00	11.00	7.5870	1.79600
MCV	46	73.40	95.10	87.3217	5.38017
MCH	46	23.60	32.60	29.1630	2.05127
MCHC	46	31.90	35.00	33.3565	.80461
RDW	46	12.00	15.90	13.6717	.80157

LED1	46	2.00	48.00	11.8043	10.39577
LED2	46	3.00	79.00	25.7609	17.35791
Valid N (listwise)	46				

Hb

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid normal	44	95.7	95.7	95.7
tidak normal	2	4.3	4.3	100.0
Total	46	100.0	100.0	

Leukosit

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid normal	41	89.1	89.1	89.1
tidak normal	5	10.9	10.9	100.0
Total	46	100.0	100.0	

Trombosit

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid normal	44	95.7	95.7	95.7
tidak normal	2	4.3	4.3	100.0
Total	46	100.0	100.0	

Hematokrit

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid normal	46	100.0	100.0	100.0

Eritrosit

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid normal	41	89.1	89.1	89.1
tidak normal	5	10.9	10.9	100.0
Total	46	100.0	100.0	

Eosinofil

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid normal	38	82.6	82.6	82.6
tidak normal	8	17.4	17.4	100.0
Total	46	100.0	100.0	

Basofil

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid normal	46	100.0	100.0	100.0

Netrofil

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid normal	17	37.0	37.0	37.0
Valid tidak normal	29	63.0	63.0	100.0
Total	46	100.0	100.0	

Limfosit

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid normal	25	54.3	54.3	54.3
Valid tidak normal	21	45.7	45.7	100.0
Total	46	100.0	100.0	

Monosit

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid normal	12	26.1	26.1	26.1
Valid tidak normal	34	73.9	73.9	100.0
Total	46	100.0	100.0	

MCV

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid normal	41	89.1	89.1	89.1
Valid tidak normal	5	10.9	10.9	100.0
Total	46	100.0	100.0	

MCH

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	normal	43	93.5	93.5	93.5
	tidak normal	3	6.5	6.5	100.0
	Total	46	100.0	100.0	

MCHC

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	normal	46	100.0	100.0	100.0

RDW

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	normal	40	87.0	87.0	87.0
	tidak normal	6	13.0	13.0	100.0
	Total	46	100.0	100.0	

LED1

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	normal	30	65.2	65.2	65.2
	tidak normal	16	34.8	34.8	100.0
	Total	46	100.0	100.0	

LED2

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	normal	22	47.8	47.8	47.8
	tidak normal	24	52.2	52.2	100.0
	Total	46	100.0	100.0	

B. Uji Normalitas

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Umur	.329	46	.000	.714	46	.000
Masakerja	.352	46	.000	.694	46	.000
Benzeneudara	.230	46	.000	.842	46	.000
Fenolurine	.103	46	.200(*)	.965	46	.187
Hb	.078	46	.200(*)	.981	46	.632
Leukosit	.098	46	.200(*)	.962	46	.138
Trombosit	.080	46	.200(*)	.958	46	.094
Hematokrit	.084	46	.200(*)	.977	46	.505
Eritrosit	.098	46	.200(*)	.977	46	.482
Eosinofil	.205	46	.000	.905	46	.001
Basofil	.537	46	.000	.133	46	.000
Netrofil	.087	46	.200(*)	.970	46	.270
Limfosit	.135	46	.035	.951	46	.049
Monosit	.128	46	.056	.955	46	.075
MCV	.174	46	.001	.893	46	.000
MCH	.157	46	.006	.893	46	.000
MCHC	.119	46	.104	.966	46	.195
RDW	.081	46	.200(*)	.984	46	.772
LED1	.221	46	.000	.803	46	.000
LED2	.121	46	.089	.907	46	.001

* This is a lower bound of the true significance.

a Lilliefors Significance Correction

C. Analisa Bivariat

1. Korelasi Masa Kerja dengan Fenol *Urine*

Correlations

			Masakerja	Fenolurine
Kendall's tau_b	Masakerja	Correlation Coefficient	1.000	.093
		Sig. (2-tailed)	.	.381
		N	46	46
	Fenolurine	Correlation Coefficient	.093	1.000
		Sig. (2-tailed)	.381	.
		N	46	46

2. Korelasi Masa Kerja dengan Profil Darah

Correlations

			Masakerja	Hb	Leukosit	Trombosit
Kendall's tau_b	Masakerja	Correlation Coefficient	1.000	-.010	.099	.003
		Sig. (2-tailed)	.	.924	.350	.977
		N	46	46	46	46
	Hb	Correlation Coefficient	-.010	1.000	.204(*)	.049
		Sig. (2-tailed)	.924	.	.049	.635
		N	46	46	46	46
	Leukosit	Correlation Coefficient	.099	.204(*)	1.000	.251(*)
		Sig. (2-tailed)	.350	.049	.	.014
		N	46	46	46	46
	Trombosit	Correlation Coefficient	.003	.049	.251(*)	1.000
		Sig. (2-tailed)	.977	.635	.014	.

N	46	46	46	46
---	----	----	----	----

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Correlations

			Masakerja	Hematokrit	Eritrosit	Eosinofil
Kendall's tau_b	Masakerja	Correlation Coefficient	1.000	.018	-.042	-.029
		Sig. (2-tailed)	.	.864	.689	.799
		N	46	46	46	46
	Hematokrit	Correlation Coefficient	.018	1.000	.502(**)	.160
		Sig. (2-tailed)	.864	.	.000	.147
		N	46	46	46	46
	Eritrosit	Correlation Coefficient	-.042	.502(**)	1.000	.042
		Sig. (2-tailed)	.689	.000	.	.705

	N	46	46	46	46
Eosinofil	Correlation Coefficient	-.029	.160	.042	1.000
	Sig. (2-tailed)	.799	.147	.705	.
	N	46	46	46	46

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Correlations

			Masakerja	Basofil	Netrofil	Limfosit
Kendall's tau_b	Masakerja	Correlation Coefficient	1.000	.072	.021	.088
		Sig. (2-tailed)	.	.570	.841	.412
		N	46	46	46	46
Basofil	Correlation Coefficient	.072	1.000	-.075	.142	
	Sig. (2-tailed)	.570	.	.546	.258	
	N	46	46	46	46	
Netrofil	Correlation Coefficient	.021	-.075	1.000	-.727(**)	
	Sig. (2-tailed)	.841	.546	.	.000	
	N	46	46	46	46	
Limfosit	Correlation Coefficient	.088	.142	-.727(**)	1.000	
	Sig. (2-tailed)	.412	.258	.000	.	
	N	46	46	46	46	

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Correlations

			Masakerja	Monosit
Kendall's tau_b	Masakerja	Correlation Coefficient	1.000	-.073

		Sig. (2-tailed)	.	.516
		N	46	46
Monosit		Correlation Coefficient	-.073	1.000
		Sig. (2-tailed)	.516	.
		N	46	46

Correlations

			Masakerja	MCV	MCH	MCHC
Kendall's tau_b	Masakerja	Correlation Coefficient	1.000	.075	-.024	-.210
		Sig. (2-tailed)	.	.481	.819	.050
		N	46	46	46	46
	MCV	Correlation Coefficient	.075	1.000	.730(**)	.128
		Sig. (2-tailed)	.481	.	.000	.220
		N	46	46	46	46
	MCH	Correlation Coefficient	-.024	.730(**)	1.000	.413(**)
		Sig. (2-tailed)	.819	.000	.	.000
		N	46	46	46	46
	MCHC	Correlation Coefficient	-.210	.128	.413(**)	1.000
		Sig. (2-tailed)	.050	.220	.000	.
		N	46	46	46	46

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Correlations

			Masakerja	RDW	LED1	LED2
Kendall's tau_b	Masakerja	Correlation Coefficient	1.000	-.016	.278(*)	.286(**)
		Sig. (2-tailed)	.	.879	.010	.007
		N	46	46	46	46
	RDW	Correlation Coefficient	-.016	1.000	.053	.044
		Sig. (2-tailed)	.879	.	.620	.669
		N	46	46	46	46
	LED1	Correlation Coefficient	.278(*)	.053	1.000	.902(**)
		Sig. (2-tailed)	.010	.620	.	.000
		N	46	46	46	46
	LED2	Correlation Coefficient	.286(**)	.044	.902(**)	1.000
		Sig. (2-tailed)	.007	.669	.000	.
		N	46	46	46	46

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

3. Korelasi *Benzene* di Udara dengan Kadar Fenol *Urine* Pekerja Instalasi BBM Semarang Tahun 2009

Correlations

			Benzeneudara	Fenolurine
Kendall's tau_b	Benzeneudara	Correlation Coefficient	1.000	.036
		Sig. (2-tailed)	.	.750
		N	46	46
	Fenolurine	Correlation Coefficient	.036	1.000
		Sig. (2-tailed)	.750	.
		N	46	46

4. Korelasi *Benzene* di Udara dengan Profil Darah Pekerja Instalasi BBM Semarang Tahun 2009

Correlations

			Benzeneudara	Hb	Leukosit	Trombosit
Kendall's tau_b	Benzeneudara	Correlation Coefficient	1.000	.031	.070	.003
		Sig. (2-tailed)	.	.788	.537	.976
		N	46	46	46	46
	Hb	Correlation Coefficient	.031	1.000	.204(*)	.049
		Sig. (2-tailed)	.788	.	.049	.635
		N	46	46	46	46
	Leukosit	Correlation Coefficient	.070	.204(*)	1.000	.251(*)
		Sig. (2-tailed)	.537	.049	.049	.251(*)
		N	46	46	46	46

		Sig. (2-tailed)	.537	.049	.	.014
		N	46	46	46	46
	Trombosit	Correlation Coefficient	.003	.049	.251(*)	1.000
		Sig. (2-tailed)	.976	.635	.014	.
		N	46	46	46	46

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Correlations

			Benzeneu dara	Hematokrit	Eritrosit	Eosinofil
Kendall's tau_b	Benzeneudara	Correlation Coefficient	1.000	-.041	-.002	-.301(*)
		Sig. (2-tailed)	.	.720	.984	.014
		N	46	46	46	46
	Hematokrit	Correlation Coefficient	-.041	1.000	.502(**)	.160
		Sig. (2-tailed)	.720	.	.000	.147

	N	46	46	46	46
Eritrosit	Correlation Coefficient	-.002	.502(**)	1.000	.042
	Sig. (2-tailed)	.984	.000	.	.705
	N	46	46	46	46
Eosinofil	Correlation Coefficient	-.301(*)	.160	.042	1.000
	Sig. (2-tailed)	.014	.147	.705	.
	N	46	46	46	46

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Correlations

			Benzeneudara	Basofil	Netrofil	Limfosit
Kendall's tau_b	Benzeneudara	Correlation Coefficient	1.000	-.011	.175	-.042
		Sig. (2-tailed)	.	.937	.129	.719
		N	46	46	46	46
Basofil	Basofil	Correlation Coefficient	-.011	1.000	-.075	.142
		Sig. (2-tailed)	.937	.	.546	.258
		N	46	46	46	46
Netrofil	Netrofil	Correlation Coefficient	.175	-.075	1.000	-.727(**)
		Sig. (2-tailed)	.129	.546	.	.000
		N	46	46	46	46
Limfosit	Limfosit	Correlation Coefficient	-.042	.142	-.727(**)	1.000
		Sig. (2-tailed)	.719	.258	.000	.
		N	46	46	46	46

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Correlations

			Benzeneudara	Monosit	MCV	MCH
Kendall's tau_b	Benzeneudara	Correlation Coefficient	1.000	.045	.023	.155
		Sig. (2-tailed)	.	.708	.842	.178
		N	46	46	46	46
	Monosit	Correlation Coefficient	.045	1.000	.131	.097
		Sig. (2-tailed)	.708	.	.228	.375
		N	46	46	46	46
	MCV	Correlation Coefficient	.023	.131	1.000	.730(**)
		Sig. (2-tailed)	.842	.228	.	.000
		N	46	46	46	46
MCH	Correlation Coefficient	.155	.097	.730(**)	1.000	
	Sig. (2-tailed)	.178	.375	.000	.	
	N	46	46	46	46	

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Correlations

			Benzeneu dara	MCHC	RDW	LED1
Kendall's tau_b	Benzeneudara	Correlation Coefficient	1.000	.245(*)	-.171	-.237(*)
		Sig. (2-tailed)	.	.034	.137	.042
		N	46	46	46	46
	MCHC	Correlation Coefficient	.245(*)	1.000	-.173	-.176
		Sig. (2-tailed)	.034	.	.100	.099
		N	46	46	46	46
	RDW	Correlation Coefficient	-.171	-.173	1.000	.053
		Sig. (2-tailed)	.137	.100	.	.620
		N	46	46	46	46
	LED1	Correlation Coefficient	-.237(*)	-.176	.053	1.000
		Sig. (2-tailed)	.042	.099	.620	.
		N	46	46	46	46

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Correlations

			Benzeneu dara	LED2
Kendall's tau_b	Benzeneudara	Correlation Coefficient	1.000	-.259(*)
		Sig. (2-tailed)	.	.024
		N	46	46
	LED2	Correlation Coefficient	-.259(*)	1.000
		Sig. (2-tailed)	.024	.
		N	46	46

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

5. Korelasi Kadar Fenol *Urine* dengan Profil Darah Pekerja Instalasi BBM Semarang Tahun 2009

Correlations

		Fenolurine	Hb	Leukosit	Trombosit
Fenolurine	Pearson Correlation	1	.233	.358(*)	.059
	Sig. (2-tailed)		.120	.015	.699
	N	46	46	46	46
Hb	Pearson Correlation	.233	1	.307(*)	-.025
	Sig. (2-tailed)	.120		.038	.871
	N	46	46	46	46
Leukosit	Pearson Correlation	.358(*)	.307(*)	1	.373(*)
	Sig. (2-tailed)	.015	.038		.011
	N	46	46	46	46
Trombosit	Pearson Correlation	.059	-.025	.373(*)	1
	Sig. (2-tailed)	.699	.871	.011	
	N	46	46	46	46

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Correlations

		Fenolurine	Hematokrit	Eritrosit	Netrofil
Fenolurine	Pearson Correlation	1	.166	.093	.094
	Sig. (2-tailed)		.269	.537	.536
	N	46	46	46	46
Hematokrit	Pearson Correlation	.166	1	.628(**)	.312(*)

	Sig. (2-tailed)	.269		.000	.035
	N	46	46	46	46
Eritrosit	Pearson Correlation	.093	.628(**)	1	.153
	Sig. (2-tailed)	.537	.000		.311
	N	46	46	46	46
Netrofil	Pearson Correlation	.094	.312(*)	.153	1
	Sig. (2-tailed)	.536	.035	.311	
	N	46	46	46	46

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Correlations

		Fenolurine	Monosit	MCHC	RDW
Fenolurine	Pearson Correlation	1	.015	.281	.003
	Sig. (2-tailed)		.919	.059	.985
	N	46	46	46	46
Monosit	Pearson Correlation	.015	1	-.030	-.068

	Sig. (2-tailed)	.919		.845	.651
	N	46	46	46	46
MCHC	Pearson Correlation	.281	-.030	1	-.267
	Sig. (2-tailed)	.059	.845		.073
	N	46	46	46	46
RDW	Pearson Correlation	.003	-.068	-.267	1
	Sig. (2-tailed)	.985	.651	.073	
	N	46	46	46	46

Correlations

			Fenolurine	Eosinofil	Basofil	Limfosit
Kendall's tau_b	Fenolurine	Correlation Coefficient	1.000	.006	-.051	-.113
		Sig. (2-tailed)	.	.953	.679	.279
		N	46	46	46	46
	Eosinofil	Correlation Coefficient	.006	1.000	-.067	.033
		Sig. (2-tailed)	.953	.	.616	.770
		N	46	46	46	46
	Basofil	Correlation Coefficient	-.051	-.067	1.000	.142
		Sig. (2-tailed)	.679	.616	.	.258
		N	46	46	46	46
Limfosit	Correlation Coefficient	-.113	.033	.142	1.000	
	Sig. (2-tailed)	.279	.770	.258	.	
	N	46	46	46	46	

Correlations

			Fenolurine	MCV
Kendall's tau_b	Fenolurine	Correlation Coefficient	1.000	.024
		Sig. (2-tailed)	.	.813
		N	46	46
MCV	MCV	Correlation Coefficient	.024	1.000
		Sig. (2-tailed)	.813	.
		N	46	46

Correlations

			Fenolurine	MCH	LED1	LED2
Kendall's tau_b	Fenolurine	Correlation Coefficient	1.000	.121	.002	-.031
		Sig. (2-tailed)	.	.243	.985	.762
		N	46	46	46	46
MCH	MCH	Correlation Coefficient	.121	1.000	-.010	-.026
		Sig. (2-tailed)	.243	.	.924	.805
		N	46	46	46	46
LED1	LED1	Correlation Coefficient	.002	-.010	1.000	.902(**)
		Sig. (2-tailed)	.985	.924	.	.000
		N	46	46	46	46
LED2	LED2	Correlation Coefficient	-.031	-.026	.902(**)	1.000
		Sig. (2-tailed)	.762	.805	.000	.
		N	46	46	46	46

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

6. Korelasi Status Merokok Pekerja dengan Kadar Fenol Urine dan Profil Darah Pekerja Instalasi BBM Semarang Tahun 2009

Merokok * Fenolurine

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	.719 ^b	1	.396		
Continuity Correction ^a	.000	1	1.000		
Likelihood Ratio	1.081	1	.298		
Fisher's Exact Test				1.000	.587
Linear-by-Linear Association	.704	1	.402		
N of Valid Cases	46				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 2 cells (50.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is .41.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
For cohort Fenolurine = normal	.963	.894	1.037
N of Valid Cases	46		

Merokok * Hb

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	.065 ^b	1	.798		
Continuity Correction ^a	.000	1	1.000		
Likelihood Ratio	.064	1	.800		
Fisher's Exact Test				1.000	.661
Linear-by-Linear Association	.064	1	.801		
N of Valid Cases	46				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 2 cells (50.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is .83.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Merokok (merokok / tidak merokok)	.692	.041	11.805
For cohort Hb = tidak normal	.704	.047	10.565
For cohort Hb = normal	1.016	.893	1.157
N of Valid Cases	46		

Merokok * Leukosit

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	.004 ^b	1	.950		
Continuity Correction ^a	.000	1	1.000		
Likelihood Ratio	.004	1	.950		
Fisher's Exact Test				1.000	.667
Linear-by-Linear Association	.004	1	.951		
N of Valid Cases	46				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 2 cells (50.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2.07.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Merokok (merokok / tidak merokok)	1.063	.160	7.061
For cohort Leukosit = tidak normal	1.056	.195	5.722
For cohort Leukosit = normal	.993	.810	1.218
N of Valid Cases	46		

Merokok * Trombosit

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	1.453 ^b	1	.228		
Continuity Correction ^a	.032	1	.858		
Likelihood Ratio	1.800	1	.180		
Fisher's Exact Test				.413	.413
Linear-by-Linear Association	1.421	1	.233		
N of Valid Cases	46				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 2 cells (50.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is .41.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
For cohort Trombosit = normal	1.056	.949	1.174
N of Valid Cases	46		

Merokok * Hematokrit

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	1.453 ^b	1	.228		
Continuity Correction ^a	.032	1	.858		
Likelihood Ratio	1.800	1	.180		
Fisher's Exact Test				.413	.413
Linear-by-Linear Association	1.421	1	.233		
N of Valid Cases	46				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 2 cells (50.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is .41.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
For cohort Hematokrit = normal	1.056	.949	1.174
N of Valid Cases	46		

Merokok * Eritrosit

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	1.471 ^b	1	.225		
Continuity Correction ^a	.229	1	.632		
Likelihood Ratio	2.195	1	.138		
Fisher's Exact Test				.504	.339
Linear-by-Linear Association	1.439	1	.230		
N of Valid Cases	46				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 2 cells (50.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is .83.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
For cohort Eritrosit = normal	.926	.832	1.030
N of Valid Cases	46		

Merokok * Eosinofil

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	.058 ^b	1	.810		
Continuity Correction ^a	.000	1	1.000		
Likelihood Ratio	.058	1	.809		
Fisher's Exact Test				1.000	.567
Linear-by-Linear Association	.057	1	.812		
N of Valid Cases	46				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 2 cells (50.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 3.30.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Merokok (merokok / tidak merokok)	1.212	.252	5.824
For cohort Eosinofil = tidak normal	1.173	.318	4.327
For cohort Eosinofil = normal	.968	.742	1.261
N of Valid Cases	46		

Merokok * Basofil

Chi-Square Tests

	Value
Pearson Chi-Square	. ^a
N of Valid Cases	46

a. No statistics are computed because Basofil is a constant.

Risk Estimate

	Value
Odds Ratio for Merokok (merokok / tidak merokok)	. ^a

a. No statistics are computed because Basofil is a constant.

Merokok * Netrofil

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	.120 ^b	1	.729		
Continuity Correction [¶]	.002	1	.968		
Likelihood Ratio	.120	1	.729		
Fisher's Exact Test				.767	.482
Linear-by-Linear Association	.118	1	.732		
N of Valid Cases	46				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 7.43.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Merokok (merokok / tidak merokok)	1.236	.372	4.104
For cohort Netrofil = tidak normal	1.088	.673	1.758
For cohort Netrofil = normal	.880	.428	1.809
N of Valid Cases	46		

Merokok * Limfosit

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	.038 ^b	1	.845		
Continuity Correction ^a	.000	1	1.000		
Likelihood Ratio	.038	1	.845		
Fisher's Exact Test				1.000	.541
Linear-by-Linear Association	.038	1	.846		
N of Valid Cases	46				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 8.67.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Merokok (merokok / tidak merokok)	.889	.274	2.886
For cohort Limfosit = tidak normal	.938	.498	1.770
For cohort Limfosit = normal	1.056	.613	1.818
N of Valid Cases	46		

Merokok * Monosit

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	.506 ^b	1	.477		
Continuity Correction ^a	.137	1	.711		
Likelihood Ratio	.502	1	.479		
Fisher's Exact Test				.513	.353
Linear-by-Linear Association	.495	1	.482		
N of Valid Cases	46				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 1 cells (25.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 4.96.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Merokok (merokok / tidak merokok)	1.615	.429	6.085
For cohort Monosit = tidak normal	1.137	.788	1.639
For cohort Monosit = normal	.704	.267	1.852
N of Valid Cases	46		

Merokok * MCV

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	1.050 ^b	1	.305		
Continuity Correction ^a	.296	1	.587		
Likelihood Ratio	1.140	1	.286		
Fisher's Exact Test				.387	.302
Linear-by-Linear Association	1.027	1	.311		
N of Valid Cases	46				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 2 cells (50.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2.07.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Merokok (merokok / tidak merokok)	3.130	.321	30.497
For cohort MCV = tidak normal	2.815	.341	23.246
For cohort MCV = normal	.899	.744	1.087
N of Valid Cases	46		

Merokok * MCH

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	2.258 ^b	1	.133		
Continuity Correction ^a	.804	1	.370		
Likelihood Ratio	3.343	1	.067		
Fisher's Exact Test				.257	.193
Linear-by-Linear Association	2.209	1	.137		
N of Valid Cases	46				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 2 cells (50.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1.24.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
For cohort MCH = normal	.889	.778	1.016
N of Valid Cases	46		

Merokok * MCHC

Chi-Square Tests

	Value
Pearson Chi-Square	. ^a
N of Valid Cases	46

a. No statistics are computed because MCHC is a constant.

Risk Estimate

	Value
Odds Ratio for Merokok (merokok / tidak merokok)	a

a. No statistics are computed because MCHC is a constant.

Merokok * RDW

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	.852 ^b	1	.356		
Continuity Correction ^a	.100	1	.752		
Likelihood Ratio	.839	1	.360		
Fisher's Exact Test				.561	.368
Linear-by-Linear Association	.833	1	.361		
N of Valid Cases	46				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 2 cells (50.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1.24.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Merokok (merokok / tidak merokok)	.327	.027	3.892
For cohort RDW = tidak normal	.352	.034	3.608
For cohort RDW = normal	1.076	.907	1.277
N of Valid Cases	46		

Merokok * LED1

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	2.690 ^b	1	.101		
Continuity Correction ^a	1.758	1	.185		
Likelihood Ratio	2.788	1	.095		
Fisher's Exact Test				.126	.091
Linear-by-Linear Association	2.632	1	.105		
N of Valid Cases	46				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 6.61.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Merokok (merokok / tidak merokok)	3.000	.786	11.445
For cohort LED1 = tidak normal	2.111	.802	5.555
For cohort LED1 = normal	.704	.467	1.060
N of Valid Cases	46		

Merokok * LED2

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	.300 ^b	1	.584		
Continuity Correction ^a	.061	1	.804		
Likelihood Ratio	.300	1	.584		
Fisher's Exact Test				.765	.402
Linear-by-Linear Association	.293	1	.588		
N of Valid Cases	46				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 9.09.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Merokok (merokok / tidak merokok)	1.389	.428	4.510
For cohort LED2 = tidak normal	1.173	.656	2.098
For cohort LED2 = normal	.844	.464	1.538
N of Valid Cases	46		

7. Perbedaan Kadar Fenol Urine dan Profil Darah Pekeja Antara Pekerja yang Merokok dan Tidak Merokok

T-Test

Group Statistics

Merokok		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Fenolurine	tidak merokok	27	4.9433	1.86500	.35892
	Merokok	19	5.8126	1.41854	.32544

Independent Samples Test

		Fenolurine	
		Equal variances assumed	Equal variances not assumed
Levene's Test for Equality of Variances	F	.046	
	Sig.	.832	
t-test for Equality of Means	t	-1.711	-1.794
	df	44	43.680
	Sig. (2-tailed)	.094	.080
	Mean Difference	-.86930	-.86930
	Std. Error Difference	.50805	.48449
	95% Confidence Interval of the Difference	Lower Upper	Lower Upper
		-1.89320 .15460	-1.84593 .10733

Group Statistics

Merokok		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Hb	tidak merokok	27	14.9667	.90554	.17427
	Merokok	19	15.4947	1.13013	.25927

Independent Samples Test

		Hb	
		Equal variances assumed	Equal variances not assumed
Levene's Test for Equality of Variances	F	1.043	
	Sig.	.313	
t-test for Equality of Means	t	-1.757	-1.690
	df	44	33.241
	Sig. (2-tailed)	.086	.100
	Mean Difference	-.52807	-.52807
	Std. Error Difference	.30050	.31240
	95% Confidence Interval of the Difference	Lower Upper	-1.13368 -.16347
			.07754 .10733

Group Statistics

Merokok	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Leukosit tidak merokok	27	7.2115	1.88361	.36250
Merokok	19	7.2458	1.62114	.37191

Independent Samples Test

		Leukosit	
		Equal variances assumed	Equal variances not assumed
Levene's Test for Equality of Variances	F	.489	
	Sig.	.488	
t-test for Equality of Means	t	-.064	-.066
	df	44	42.125
	Sig. (2-tailed)	.949	.948
	Mean Difference	-.03431	-.03431
	Std. Error Difference	.53329	.51935
	95% Confidence Interval of the Difference	Lower Upper	-1.10909 -1.08231
			1.04047 1.01370

Group Statistics

Merokok	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Trombosit tidak merokok	27	248.7037	46.20924	8.89297
Merokok	19	231.7368	62.42493	14.32126

Independent Samples Test

		Trombosit	
		Equal variances assumed	Equal variances not assumed
Levene's Test for Equality of Variances	F	1.008	
	Sig.	.321	
t-test for Equality of Means	t	1.060	1.006
	df	44	31.333
	Sig. (2-tailed)	.295	.322
	Mean Difference	16.96686	16.96686
	Std. Error Difference	16.00275	16.85774
	95% Confidence Interval of the Difference	Lower Upper	-15.28457 51.33367

Group Statistics

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Hematokrit	tidak merokok	27	45.0333	2.51641	.48428
	Merokok	19	45.8211	2.51917	.57794

Independent Samples Test

		Hematokrit	
		Equal variances assumed	Equal variances not assumed
Levene's Test for Equality of Variances	F	.017	
	Sig.	.897	
t-test for Equality of Means	t	-1.045	-1.045
	df	44	38.881
	Sig. (2-tailed)	.302	.303
	Mean Difference	-.78772	-.78772
	Std. Error Difference	.75387	.75402
	95% Confidence Interval of the Difference	Lower Upper	-2.30704 .73160

Group Statistics

Merokok		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Eritrosit	tidak merokok	27	5.2193	.47357	.09114
	Merokok	19	5.1868	.40491	.09289

Independent Samples Test

		Eritrosit	
		Equal variances assumed	Equal variances not assumed
Levene's Test for Equality of Variances	F	1.164	
	Sig.	.286	
t-test for Equality of Means	t	.242	.249
	df	44	42.237
	Sig. (2-tailed)	.810	.804
	Mean Difference	.03242	.03242
	Std. Error Difference	.13378	.13014
	95% Confidence Interval of the Difference	Lower Upper	Lower Upper
		-.23720 .30204	-.23017 .29500

Group Statistics

Merokok		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Netrofil	tidak merokok	27	56.0741	8.80527	1.69457
	Merokok	19	56.6316	6.05723	1.38962

Independent Samples Test

		Netrofil		
		Equal variances assumed	Equal variances not assumed	
Levene's Test for Equality of Variances t-test for Equality of Means	F	2.446		
	Sig.	.125		
	t	-.239	-.254	
	df	44	43.991	
	Sig. (2-tailed)	.812	.800	
	Mean Difference	-.55750	-.55750	
	Std. Error Difference	2.33539	2.19149	
	95% Confidence Interval of the Difference	Lower	-5.26417	-4.97419
		Upper	4.14916	3.85918

Group Statistics

Merokok	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Monosit tidak merokok	27	7.7778	1.67179	.32174
Merokok	19	7.3158	1.97351	.45275

Independent Samples Test

		Monosit		
		Equal variances assumed	Equal variances not assumed	
Levene's Test for Equality of Variances t-test for Equality of Means	F	.691		
	Sig.	.410		
	t	.856	.832	
	df	44	34.652	
	Sig. (2-tailed)	.396	.411	
	Mean Difference	.46199	.46199	
	Std. Error Difference	.53941	.55543	
	95% Confidence Interval of the Difference	Lower	-.62511	-.66599
		Upper	1.54909	1.58997

Group Statistics

Merokok		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
MCHC	tidak merokok	27	33.2630	.73492	.14144
	Merokok	19	33.4895	.89808	.20603

Independent Samples Test

		MCHC	
		Equal variances assumed	Equal variances not assumed
Levene's Test for Equality of Variances	F	2.367	
	Sig.	.131	
t-test for Equality of Means	t	-.939	-.906
	df	44	33.770
	Sig. (2-tailed)	.353	.371
	Mean Difference	-.22651	-.22651
	Std. Error Difference	.24126	.24991
	95% Confidence Interval of the Difference	Lower Upper	Lower Upper
		-.71273 .25971	-.73451 .28149

Group Statistics

Merokok		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
RDW	tidak merokok	27	13.6000	.77757	.14964
	Merokok	19	13.7737	.84514	.19389

Independent Samples Test

		RDW	
		Equal variances assumed	Equal variances not assumed
Levene's Test for Equality of Variances	F	.000	
	Sig.	.995	
t-test for Equality of Means	t	-.720	-.709
	df	44	36.793
	Sig. (2-tailed)	.476	.483
	Mean Difference	-.17368	-.17368
	Std. Error Difference	.24132	.24492
	95% Confidence Interval of the Difference	Lower Upper	Lower Upper
		-.66004 .31267	-.67004 .32267

Mann-Whitney Test

Ranks

Merokok		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Eosinofil	tidak merokok	27	23.31	629.50
	Merokok	19	23.76	451.50
	Total	46		

Basofil	tidak merokok	27	23.00	621.00
	Merokok	19	24.21	460.00
	Total	46		
Limfosit	tidak merokok	27	22.50	607.50
	Merokok	19	24.92	473.50
	Total	46		
MCV	tidak merokok	27	22.11	597.00
	Merokok	19	25.47	484.00
	Total	46		
MCH	tidak merokok	27	21.59	583.00
	Merokok	19	26.21	498.00
	Total	46		
LED1	tidak merokok	27	25.41	686.00
	Merokok	19	20.79	395.00
	Total	46		
LED2	tidak merokok	27	25.67	693.00
	Merokok	19	20.42	388.00
	Total	46		

Test Statistics(a)

	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
Eosinofil	251.500	629.500	-.114	.909
Basofil	243.000	621.000	-1.192	.233
Limfosit	229.500	607.500	-.604	.546
MCV	219.000	597.000	-.837	.403

MCH	205.000	583.000	-1.150	.250
LED1	205.000	395.000	-1.153	.249
LED2	198.000	388.000	-1.306	.192

a Grouping Variable: Merokok

8. Perbedaan Kadar Fenol Urine dan Profil Darah Pekeja Antara Pekerja Operasi Penerimaan & Penimbunan, Pekerja Operasi Penyaluran, Pekerja Fungsi Penunjang dan Pekerja Fungsi Administrasi

Oneway

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Fenolurine	Between Groups	2.250	3	.750	.237	.870
	Within Groups	132.832	42	3.163		
	Total	135.081	45			
Hb	Between Groups	6.548	3	2.183	2.243	.097
	Within Groups	40.871	42	.973		
	Total	47.419	45			

Leukosit	Between Groups	3.029	3	1.010	.311	.818
	Within Groups	136.537	42	3.251		
	Total	139.567	45			
Trombosit	Between Groups	5835.281	3	1945.094	.664	.579
	Within Groups	123036.458	42	2929.439		
	Total	128871.739	45			
Hematokrit	Between Groups	28.468	3	9.489	1.549	.216
	Within Groups	257.323	42	6.127		
	Total	285.792	45			
Eritrosit	Between Groups	1.015	3	.338	1.828	.157
	Within Groups	7.778	42	.185		
	Total	8.794	45			
Netrofil	Between Groups	190.468	3	63.489	1.071	.372
	Within Groups	2489.271	42	59.268		
	Total	2679.739	45			
Monosit	Between Groups	20.506	3	6.835	2.303	.091
	Within Groups	124.646	42	2.968		
	Total	145.152	45			
MCHC	Between Groups	5.322	3	1.774	3.129	.036
	Within Groups	23.811	42	.567		
	Total	29.133	45			
RDW	Between Groups	3.334	3	1.111	1.825	.157
	Within Groups	25.579	42	.609		
	Total	28.913	45			

NPar Tests

Kruskal-Wallis Test

Ranks

	Fungsi	N	Mean Rank
Eosinofil	Operasi PP	16	17.66
	Operasi Penyaluran	8	31.50
	Penunjang	16	23.59
	administrasi	6	28.17
	Total	46	
Basofil	Operasi PP	16	23.00
	Operasi Penyaluran	8	23.00
	Penunjang	16	24.44
	administrasi	6	23.00
	Total	46	
Limfosit	Operasi PP	16	21.22
	Operasi Penyaluran	8	23.31
	Penunjang	16	26.22
	administrasi	6	22.58
	Total	46	
MCV	Operasi PP	16	24.69
	Operasi Penyaluran	8	20.81
	Penunjang	16	22.66
	administrasi	6	26.17
	Total	46	

MCH	Operasi PP	16	27.38
	Operasi Penyaluran	8	22.19
	Penunjang	16	21.97
	administrasi	6	19.00
	Total	46	
LED1	Operasi PP	16	18.81
	Operasi Penyaluran	8	29.06
	Penunjang	16	23.59
	administrasi	6	28.33
	Total	46	
LED2	Operasi PP	16	18.34
	Operasi Penyaluran	8	29.94
	Penunjang	16	23.41
	administrasi	6	28.92
	Total	46	

Test Statistics(a,b)

	Eosinofil	Basofil	Limfosit	MCV	MCH	LED1	LED2
Chi-Square	6.925	1.875	1.153	.747	2.298	4.135	5.185
df	3	3	3	3	3	3	3
Asymp. Sig.	.074	.599	.764	.862	.513	.247	.159

a Kruskal Wallis Test

b Grouping Variable: Fungsi

D. Analisa Multivariat

Logistic Regression I

LOGISTIC REGRESSION VARIABLES LED1

/METHOD = ENTER Masakerja Benzeneudara Merokok

/CONTRAST (Masakerja)=Indicator /CONTRAST (Benzeneudara)=Indicator

/CONTRAST (Merokok)=Indicator

/PRINT = CI(95)

/CRITERIA = PIN(.05) POUT(.10) ITERATE(20) CUT(.5) .

Case Processing Summary

Unweighted Cases ^a		N	Percent
Selected Cases	Included in Analysis	46	100,0
	Missing Cases	0	,0
	Total	46	100,0
Unselected Cases		0	,0
Total		46	100,0

a. If weight is in effect, see classification table for the total number of cases.

Dependent Variable Encoding

Original Value	Internal Value
normal	0
tidak normal	1

Categorical Variables Codings

		Frequency	Parameter coding (1)
Merokok	merokok	27	1,000
	tidak merokok	19	,000
Benzeneudara	tinggi	40	1,000
	rendah	6	,000
Masakerja	lama	36	1,000
	baru	10	,000

Block 0: Beginning Block

Classification Table^{a,b}

Observed			Predicted		Percentage Correct
			LED1		
			normal	tidak normal	
Step 0	LED1	normal	30	0	100,0
		tidak normal	16	0	,0
Overall Percentage					65,2

a. Constant is included in the model.

b. The cut value is ,500

Variables in the Equation

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 0 Constant	-,629	,310	4,123	1	,042	,533

Variables not in the Equation

Step	Variables	Score	df	Sig.
0	Masakerja(1)	3,460	1	,063
	Benzeneudara(1)	3,092	1	,079
	Merokok(1)	2,690	1	,101
Overall Statistics		9,380	3	,025

Block 1: Method = Enter

Omnibus Tests of Model Coefficients

Step		Chi-square	df	Sig.
1	Step	10,200	3	,017
	Block	10,200	3	,017
	Model	10,200	3	,017

Model Summary

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	49,240 ^a	,199	,274

a. Estimation terminated at iteration number 5 because parameter estimates changed by less than ,001.

Classification Table^a

Observed			Predicted		Percentage Correct
			LED1		
			normal	tidak normal	
Step 1	LED1	normal	29	1	96,7
		tidak normal	12	4	25,0
Overall Percentage					71,7

a. The cut value is ,500

Variables in the Equation

		Step 1 ^a			
		Masakerja(1)	Benzeneudara(1)	Merokok(1)	Constant
B		2,045	-1,556	1,276	-1,785
S.E.		1,130	1,090	,730	1,521
Wald		3,275	2,036	3,055	1,377
df		1	1	1	1
Sig.		,070	,154	,080	,241
Exp(B)		7,729	,211	3,582	,168
95,0% C.I.	Lower	,844	,025	,857	
for EXP(B)	Upper	70,798	1,788	14,978	

a. Variable(s) entered on step 1: Masakerja, Benzeneudara, Merokok.

Logistic Regression II

LOGISTIC REGRESSION VARIABLES LED2

/METHOD = ENTER Masakerja Benzeneudara

/CONTRAST (Masakerja)=Indicator /CONTRAST (Benzeneudara)=Indicator

/PRINT = CI(95)

/CRITERIA = PIN(.05) POUT(.10) ITERATE(20) CUT(.5) .

Case Processing Summary

Unweighted Cases ^a		N	Percent
Selected Cases	Included in Analysis	46	100,0
	Missing Cases	0	,0
	Total	46	100,0
Unselected Cases		0	,0
Total		46	100,0

a. If weight is in effect, see classification table for the total number of cases.

Dependent Variable Encoding

Original Value	Internal Value
normal	0
tidak normal	1

Categorical Variables Codings

		Frequency	Parameter coding (1)
Benzeneudara	tinggi	40	1,000
	rendah	6	,000
Masakerja	lama	36	1,000
	baru	10	,000

Block 0: Beginning Block

Classification Table^{a,b}

Observed			Predicted		Percentage Correct
			LED2		
			normal	tidak normal	
Step 0	LED2	normal	0	22	,0
		tidak normal	0	24	100,0
Overall Percentage					52,2

a. Constant is included in the model.

b. The cut value is ,500

Variables in the Equation

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 0 Constant	,087	,295	,087	1	,768	1,091

Variables not in the Equation

Step	Variables	Score	df	Sig.
0	Masakerja(1)	5,301	1	,021
	Benzeneudara(1)	,581	1	,446
	Overall Statistics	5,727	2	,057

Block 1: Method = Enter

Omnibus Tests of Model Coefficients

Step		Chi-square	df	Sig.
1	Step	6,049	2	,049
	Block	6,049	2	,049
	Model	6,049	2	,049

Model Summary

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	57,634 ^a	,123	,164

a. Estimation terminated at iteration number 4 because parameter estimates changed by less than ,001.

Classification Table^a

Observed			Predicted		
			LED2		Percentage Correct
			normal	tidak normal	
Step 1	LED2	normal	8	14	36,4
		tidak normal	2	22	91,7
	Overall Percentage				65,2

a. The cut value is ,500

Variables in the Equation

		Step 1 ^a		
		Masakerja(1)	Benzeneudara(1)	Constant
B		1,832	-,668	-,797
S.E.		,865	,980	1,161
Wald		4,480	,465	,471
df		1	1	1
Sig.		,034	,495	,493
Exp(B)		6,245	,513	,451
95,0% C.I.	Lower	1,145	,075	
for EXP(B)	Upper	34,054	3,498	

a. Variable(s) entered on step 1: Masakerja, Benzeneudara.