



**KADAR BENZENA DI LINGKUNGAN KERJA DAN JUMLAH LEUKOSIT  
PADA MEKANIK BENGKEL AHASS**  
(Studi Kasus di Kecamatan Patrang dan Kecamatan Summersari  
Kabupaten Jember)

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**Elyta Novi Astuti**

**NIM 132110101004**

**BAGIAN KESEHATAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS JEMBER  
TAHUN 2017**



**KADAR BENZENA DI LINGKUNGAN KERJA DAN JUMLAH LEUKOSIT  
PADA MEKANIK BENGKEL AHASS**  
(Studi Kasus di Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumpangsari  
Kabupaten Jember)

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Pendidikan S-1 Kesehatan Masyarakat dan mencapai gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat

**Oleh:**

**Elyta Novi Astuti**

**NIM 132110101004**

**BAGIAN KESEHATAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS JEMBER  
TAHUN 2017**

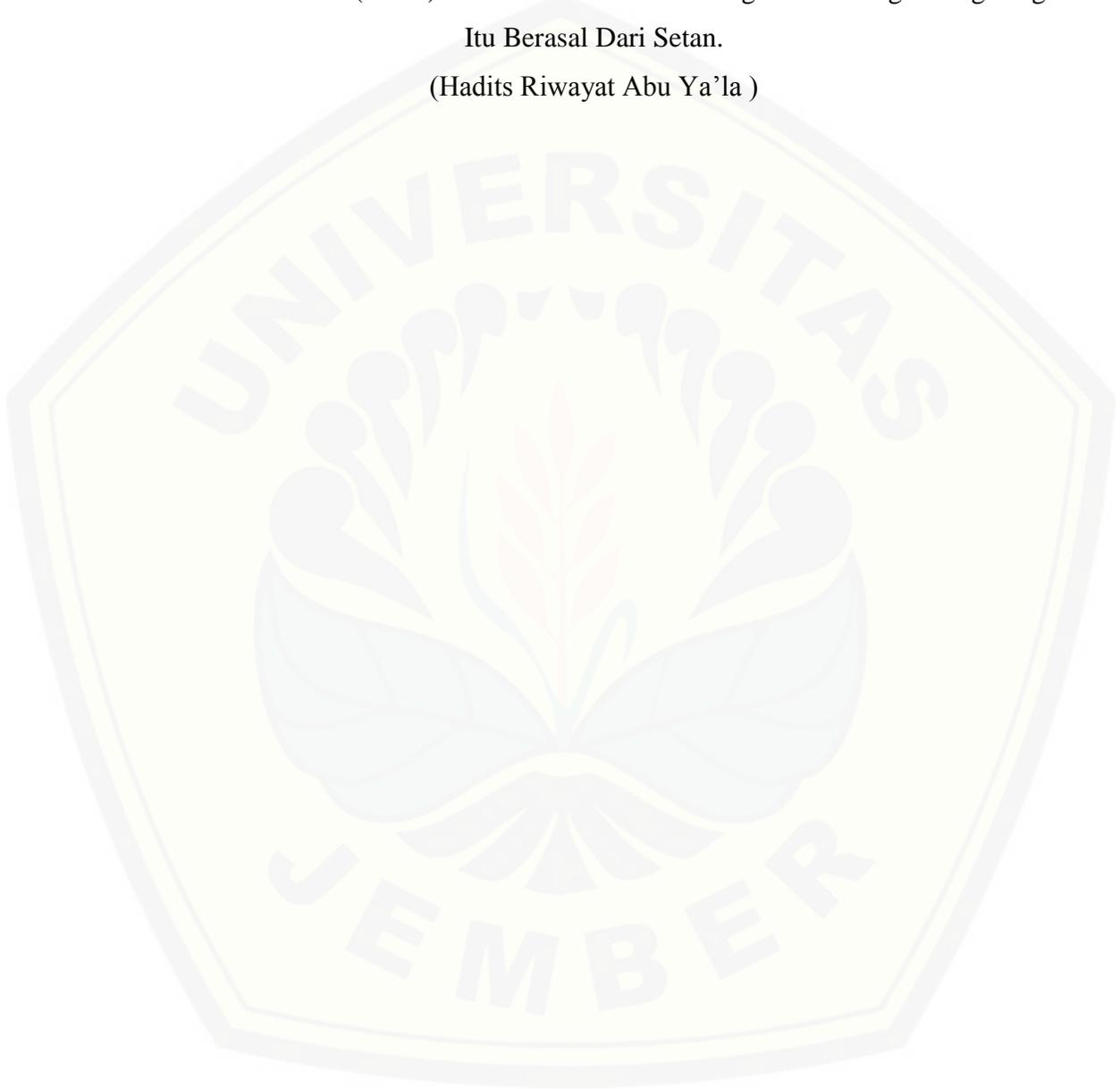
## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Orang tua tercinta yakni Bapak Ali Makki dan Ibu Endang Suhartini, terima kasih atas semua hal yang telah diberikan kepada saya, dukungan spiritual, material, dan doa yang tak ada hentinya sehingga saya dapat selalu berusaha dengan baik dan mampu menyelesaikan tugas skripsi ini sebagai tugas akhir Program Pendidikan S- 1 Kesehatan Masyarakat.
2. Bapak dan ibu guru mulai dari TK, SD, SMP, SMA, hingga Perguruan Tinggi, terima kasih atas semua ilmu dan bimbingan yang telah diberikan kepada saya. Semoga ilmu yang diberikan kepada saya menjadi ilmu yang bermanfaat.
3. Almamater saya Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.

**MOTTO**

Sifat Perlahan-Lahan (Sabar) Berasal Dari Allah. Sedangkan Sifat Ingin Tergesa-gesa  
Itu Berasal Dari Setan.  
(Hadits Riwayat Abu Ya'la )



---

Departemen Agama Republik Indonesia. 2010. Musnad Abu Ya'la. Bandung: Penerbit Hilal

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Elyta Novi Astuti

NIM : 132110101004

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul : *Kadar Benzena di Lingkungan Kerja dan Jumlah leukosit pada Mekanik Bengkel AHASS* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan skripsi ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 5 November 2017

Yang menyatakan,

Elyta Novi Astuti

NIM 132110101004

**HALAMAN PEMBIMBINGAN**

**SKRIPSI**

**KADAR BENZENA DI LINGKUNGAN KERJA DAN JUMLAH  
LEUKOSIT PADA MEKANIK BENGKEL AHASS**  
(Studi Kasus di Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumbersari  
Kabupaten Jember)

Oleh

Elyta Novi Astuti

132110101004

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Isa Ma'rufi, S.KM., M.Kes.

Dosen Pembimbing Anggota : dr. Ragil Ismi Hartanti, M.Sc.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Kadar Benzena di Lingkungan Kerja dan Jumlah leukosit pada Mekanik Bengkel AHASS* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 13 Desember 2017

Tempat : Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember

Pembimbing

1. DPU : Dr. Isa Ma'rufi, S.KM., M.Kes.  
NIP. 197509142008121002

2. DPA : dr.Ragil Ismi Hartanti, M.Sc  
NIP. 198110052006042002

Tanda Tangan

(.....)  
(.....)

Penguji

1. Ketua : Sulistiyani, S.KM., M.Kes.  
NIP. 197606152002122002

2. Sekretaris : Ellyke, S.KM., M.KL.  
NIP. 198104292006042002

3. Anggota : Jamrozi, S.H  
NIP. 196202091992031004

(.....)  
(.....)  
(.....)

Mengesahkan

Dekan



Isma Prasetyowati, S.KM., M.Kes.

NIP. 198005162003122002

## RINGKASAN

**Kadar Benzena di Lingkungan Kerja dan Jumlah Leukosit pada Mekanik Bengkel AHASS (Studi Kasus di Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember);** Elyta Novi Astuti; 132110101004; 2017; 108 halaman; Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.

Benzena merupakan bahan kimia yang telah lama diketahui berbahaya bagi kesehatan karena bersifat karsinogen. Benzena adalah senyawa kimia yang terkandung dalam bahan bakar minyak dan dapat menimbulkan gangguan hematologi pada manusia. Benzena memiliki sifat mudah menguap sehingga manusia dapat dengan mudah terpapar melalui inhalasi. Mekanik bengkel sepeda motor merupakan populasi yang memiliki risiko tinggi terpapar benzena melalui inhalasi dan kulit. Paparan benzena melebihi nilai ambang batas secara terus-menerus dalam jangka pendek dapat mengakibatkan terjadinya penurunan jumlah leukosit, sedangkan dalam jangka waktu panjang dapat menyebabkan terjadinya peningkatan jumlah leukosit. Jumlah leukosit dalam tubuh dipengaruhi oleh jenis kelamin, usia, lama kerja, masa kerja, riwayat penyakit, fungsi organ tubuh. Fungsi leukosit yaitu membantu tubuh melawan berbagai penyakit infeksi sebagai bagian dari sistem kekebalan tubuh dan memperbaiki atau mencegah terjadinya kerusakan terutama kerusakan vaskuler.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan faktor individu (usia, masa kerja, perilaku mencuci tangan), faktor lingkungan (ventilasi dan pengguna jasa), dan kadar benzena di lingkungan kerja dengan jumlah leukosit pada mekanik bengkel AHASS di Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember. Penelitian ini dilakukan di 5 bengkel AHASS yaitu Gono Motor I, Karunia Sejahtera Motor, MPM Motor, Reyraf Motor, dan Tjian Motor. Responden dalam penelitian ini sebanyak 33 orang yang tersebar di 5 bengkel AHASS di Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember. Kadar benzena di lingkungan kerja mekanik diperoleh dari pengukuran

menggunakan pompa sampling dan *gas chromatography*. Jumlah leukosit mekanik bengkel AHASS diperoleh dari hasil pengukuran menggunakan *auto analyzer*. Analisis statistik menggunakan uji *chi square* dan *rank spearman* dengan  $\alpha$  sebesar 0,05.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada hubungan yang signifikan antara faktor individu yaitu masa kerja ( $p= 0,008$ ) dengan jumlah leukosit. Usia ( $p= 0,330$ ) dan perilaku mencuci tangan ( $p= 0,472$ ) tidak mempunyai hubungan yang signifikan dengan jumlah leukosit. Faktor lingkungan tidak mempunyai hubungan yang signifikan yaitu ventilasi ( $p= 0,467$ ) dan pengguna jasa ( $p= 0,129$ ) dengan jumlah leukosit. Kadar benzena di lingkungan kerja menunjukkan adanya hubungan yang signifikan dengan jumlah leukosit ( $p= 0,023$ ).

Berdasarkan hasil penelitian pemilik bengkel diharapkan menyediakan *local exhausters* di lingkungan kerja mekanik. Pemilik bengkel harus melaksanakan pemeriksaan jumlah leukosit mekanik minimal 1 tahun sekali. Pemilik bengkel juga harus menyediakan alat pelindung diri berupa masker dan sarung tangan bagi mekanik.

*SUMMARY*

**Benzene Level Work Environment and Leukocyte Count of Mechanic's Workshop AHASS (A Study at Sub-District Patrang and Sub-District Summersari Jember Regency);** Elyta Novi Astuti; 132110101004; 2017; 108 page; Departement of Environmental Health and Occupational Health Safety Public Health Faculty, Jember University.

Benzene is a chemical that has long been known to be harmful for health because they are carcinogens. Benzene is a chemical substance contained in refined fuel oil and can cause hematologic disorder to human beings. Since benzene has the characteristic of being evaporated, it is easily inhaled into the respiratory system of human around the substance. The mechanic's of motorcycle workshop are the people who have high risk of inhaling benzene and absorbing through skin. If this exposure higher than threshold value and continues for a short period of time, benzene can decrease the total of leukocyte in the body. For a long period of time, benzene can increase the total of leukocyte in the body. In the other hand, the leukocyte count are influenced by sex, age, length of working, working period, the history of disease, internal organ function. The function of leukocyte are to helps the body fight various infectious diseases as part of the immune system and repair or prevent damage, especially vascular damage.

The research aimed was to analyze the relationship between the individual factors (age, work period, washing hand behavior), environment factors (ventilation and service users), and work station benzene levels with the mechanic's leukocyte count of motorcycle workshop AHASS in the sub-district Patrang and sub-district Summersari Jember Regency. This research was done in 5 AHASS which are Gono Motor I, Karunia Sejahtera Motor, MPM Motor, Reyras Motor, and Tjian Motor. The respondents were as many as 33 people spread out in 5 motorcycle workshops. The benzene levels of the mechanic work station was measured by using pumps sampling and gas chromatographic. The leukocyte count in the mechanic's blood was obtained from measured of using auto

analyzer. Statistical analysis was done by using chi square and rank spearman test with  $\alpha$  of 0,05.

The result of the study showed a significant relationship between individual factor which are the working period ( $p= 0,008$ ) with the leukocyte count. Age ( $p= 0,330$ ) and washing hand behavior ( $p= 0,472$ ) did not show significant relationship with the leukocyte count. Environment factor including ventilation ( $p= 0,467$ ) and service users ( $p= 0,129$ ) did not show significant with the leukocyte count. The work station benzene levels of this study showed relationship with the leukocyte count ( $p=0,023$ ).

Based on the result above, it is necessarily suggested for the owners of the mechanics to supposed local exhaustres at mechanic work stations. The owners also supposed to hold a regular examine for the mechanics leukocyte count at least ance a year. The last one, they shall provide Personal Protective Equipment (PPE) in the form of mechanic's mask and gloves.

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat terselesaikannya skripsi dengan judul *Kadar Benzena Di Lingkungan Kerja Dan Jumlah leukosit Pada Mekanik Bengkel AHASS* sebagai salah satu persyaratan akademis dalam rangka menyelesaikan Program Pendidikan S-1 Kesehatan Masyarakat di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.

Dalam skripsi ini dijabarkan tentang faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah leukosit mekanik bengkel AHASS Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumpersari Kabupaten Jember, sehingga nantinya dapat menjadi bahan pertimbangan oleh instansi terkait dalam mengubah perilaku mekanik agar derajat kesehatan dan produktivitas mekanik meningkat.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Bapak Dr. Isa Ma'rufi, S.KM., M.Kes selaku Dosen Pembimbing Utama (DPU) dan Ibu dr. Ragil Ismi Hartanti, M.Sc selaku Dosen Pembimbing Anggota (DPA) yang dengan sabar telah memberikan petunjuk, koreksi serta saran hingga terwujudnya skripsi ini. Terima kasih dan penghargaan kami sampaikan pula kepada yang terhormat:

1. Ibu Irma Prasetyowati, SKM., M.Kes selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.
2. Bapak Dr. Isa Ma'rufi, S.KM., M.Kes selaku Ketua Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.
3. Ibu Sulistiyani, S.KM., M.Kes, Ibu Ellyke, S.KM., M.KL dan Bapak Jamrozi, S.H selaku dosen penguji yang telah memberikan petunjuk dan pengarahan mulai dari rencana hingga terselesainya skripsi ini.
4. Seluruh Bapak dan Ibu dosen serta staff Fakultas Kesehatan Masyarakat Univeritas Jember, penulis mengucapkan terimakasih atas ilmu, wawasan, dan dukungan serta motivasi yang telah diberikan kepada penulis.

5. Bapak-bapak pemilik bengkel AHASS di Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember yang telah memberikan data terkait penelitian ini.
6. Bapak-bapak selaku mekanik bengkel AHASS di Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember yang bersedia menyempatkan waktunya untuk menjadi responden.
7. Petugas UPT K3 Dinas Tenaga Kerja, Transmigrasi, dan Kependudukan Provinsi Jawa Timur yang meluangkan waktu untuk melakukan pengukuran kadar benzena di lingkungan kerja mekanik bengkel sepeda motor.
8. Petugas Laboratorium Kesehatan Daerah Kabupaten Jember yang telah meluangkan waktu untuk melakukan pengukuran jumlah leukosit mekanik bengkel sepeda motor.
9. Orang tua tercinta yaitu Bapak Ali Makki dan Ibu Endang Suhartini yang telah memberikan segala hal, dukungan spiritual, material, dan doa yang tak hentihentinya.
10. Adik tercinta, yaitu Fenti dan Arisa yang telah menjadi tempat curahan hati, berbagi cerita dan selalu memberi semangat, nasihat dan doa kepada saya.
11. Teman-teman yakni Deni Anggara, Bhisma, Riski Ramadhan dan Agastiya Aldi yang telah meluangkan waktunya untuk membantu penelitian ini.
12. Teman-teman K3 2013, serta seperjuangan angkatan 2013.
13. Serta seluruh pihak yang telah membantu dan memberikan kontribusi positif dalam terselesaikannya skripsi ini.

Skripsi ini telah disusun dengan kerja keras, kesungguhan, dan upaya terbaik. Namun penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memerlukan kritik dan saran yang membangun. Semoga skripsi ini berguna bagi semua pihak yang memanfaatkannya.

Jember, 5 November 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL .....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iii
HALAMAN MOTTO .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	ivi
HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
RINGKASAN .....	viii
SUMMARY.....	x
PRAKATA .....	xii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR TABEL .....	xviii
DAFTAR GAMBAR.....	xx
DAFTAR LAMPIRAN .....	xxi
DAFTAR SINGKATAN DAN NOTASI.....	xxii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah .....</b>	<b>5</b>
<b>1.3 Tujuan.....</b>	<b>5</b>
1.3.1 Tujuan Umum .....	5
1.3.2 Tujuan Khusus .....	5
<b>1.4 Manfaat.....</b>	<b>6</b>
1.4.1 Manfaat Teoritis.....	6
1.4.2 Manfaat Praktis .....	6
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>8</b>

<b>2.1 Benzena .....</b>	<b>8</b>
2.1.1 Sifat-sifat umum benzena .....	8
2.1.2 Sumber Paparan Benzena .....	9
2.1.3 Nilai Ambang Batas Paparan Benzena .....	11
2.1.4 Toksisitas Benzena .....	12
2.1.5 Toksikoinetika Benzena .....	13
2.1.6 Efek Paparan Benzena terhadap Kesehatan .....	17
2.1.7 Faktor Risiko yang Mempengaruhi Paparan Benzena .....	24
2.1.8 Pencegahan dan Penanganan Paparan Benzena .....	28
2.1.9 Pengukuran dan Monitoring Benzena di Lingkungan .....	30
2.1.10 Alat Pelindung Diri .....	32
2.1.11 Biomarker .....	33
<b>2.2 Leukosit .....</b>	<b>34</b>
2.2.1 Fungsi Leukosit .....	36
2.2.2 Jenis Leukosit .....	36
2.2.3 Implikasi Klinik .....	38
2.2.4 Faktor yang Mempengaruhi Jumlah Leukosit .....	39
<b>2.3 Hubungan Benzena dengan Leukosit .....</b>	<b>41</b>
<b>2.3 Kerangka Teori .....</b>	<b>43</b>
<b>2.4 Kerangka Konsep .....</b>	<b>44</b>
<b>2.5 Hipotesis .....</b>	<b>45</b>
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>46</b>
<b>3.1 Jenis Penelitian .....</b>	<b>46</b>
<b>3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....</b>	<b>46</b>
3.2.1 Tempat Penelitian .....	46
3.2.2 Waktu Penelitian .....	46
<b>3.3 Populasi dan Sampel Penelitian .....</b>	<b>47</b>
3.3.1 Populasi Penelitian .....	47

3.3.2 Sampel Penelitian .....	48
3.3.3 Teknik Pengambilan Sampel .....	50
<b>3.4 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional .....</b>	<b>54</b>
3.4.1 Variabel Penelitian.....	54
3.4.2 Definisi Operasional Penelitian .....	54
<b>3.5 Data dan Sumber Data .....</b>	<b>56</b>
3.5.1 Data Primer .....	56
3.5.2 Data Sekunder.....	56
<b>3.6 Teknik dan Alat Perolehan Data .....</b>	<b>57</b>
3.6.1 Teknik Pengumpulan Data.....	57
3.6.2 Alat Pengumpulan Data .....	59
<b>3.7 Teknik Pengolahan dan Penyajian Data .....</b>	<b>61</b>
3.7.1 Teknik Pengolahan Data .....	61
3.7.2 Teknik Penyajian Data.....	62
<b>3.8 Analisis Data.....</b>	<b>62</b>
3.8.1 Analisis Univariat .....	62
3.8.2 Analisis Bivariat .....	62
<b>3.10 Alur Penelitian .....</b>	<b>63</b>
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>64</b>
<b>4.1 Hasil Penelitian.....</b>	<b>64</b>
4.1.1 Gambaran Faktor Individu.....	64
4.1.2 Gambaran Faktor Lingkungan Kerja .....	66
4.1.3 Kadar Benzena di Lingkungan Kerja.....	68
4.1.3 Jumlah leukosit Mekanik .....	71
4.1.4 Hubungan antara Faktor Individu dengan Jumlah Leukosit Mekanik Bengkel AHASS.....	71
4.1.5 Hubungan antara Faktor Lingkungan Kerja dengan Jumlah leukosit Mekanik Bengkel AHASS.....	74

4.1.6 Hubungan antara Kadar Benzena di Lingkungan Kerja dengan Jumlah leukosit Mekanik Bengkel AHASS.....	76
<b>4.2 Pembahasan.....</b>	<b>77</b>
4.2.1 Gambaran Faktor Individu Mekanik Bengkel AHASS Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumpalsari Kabupaten Jember .....	77
4.2.2 Gambaran Faktor Lingkungan di Bengkel AHASS Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumpalsari Kabupaten Jember .....	78
4.2.3 Gambaran Kadar Benzena di Lingkungan Kerja Mekanik Bengkel AHASS Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumpalsari Kabupaten Jember .....	79
4.2.4 Gambaran Jumlah Leukosit Mekanik Bengkel AHASS Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumpalsari Kabupaten Jember .....	80
4.2.5 Hubungan Antara Faktor Individu Mekanik dengan Jumlah leukosit Mekanik Bengkel AHASS Kecamatan Patrang dan Sumpalsari Kabupaten Jember .....	80
4.2.6 Hubungan antara Faktor Lingkungan Kerja dengan Jumlah leukosit Mekanik Bengkel AHASS.....	84
4.2.7 Hubungan antara Kadar Benzena di Lingkungan Kerja dengan Jumlah leukosit Mekanik Bengkel AHASS.....	86
<b>4.3 Keterbatasan Penelitian .....</b>	<b>87</b>
<b>BAB 5. PENUTUP.....</b>	<b>88</b>
<b>5.1 Kesimpulan.....</b>	<b>88</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>89</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>91</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>97</b>

**DAFTAR TABEL**

2.1 Sifat - Sifat Umum Benzena .....	8
2.2 Tingkat Signifikansi Paparan Benzena (Inhalasi, Akut) .....	18
2.3 Tingkat Signifikansi Paparan Benzena (Inhalasi, Sedang) .....	18
2.4 Tingkat Signifikansi Paparan Benzena (Inhalasi, Kronik).....	19
2.5 Sel Darah Putih Differensial Nilai Normal .....	39
3.1 Jumlah Mekanik Tiap Bengkel AHASS di Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember .....	47
3.2 Jumlah Sampel Mekanik Tiap Bengkel AHASS di Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember .....	50
3.4 Variabel, Definisi Operasional, Teknik Pengambilan Data, Skala Data, dan Kategori.....	54
4.1 Distribusi Faktor Individu Berdasarkan Usia.....	64
4.2 Distribusi Faktor Individu Berdasarkan Masa Kerja .....	65
4.3 Distribusi Faktor Individu Berdasarkan Perilaku Mencuci Tangan.....	66
4.4 Distribusi Faktor Lingkungan Kerja Berdasarkan Ventilasi.....	67
4.5 Distribusi Faktor Lingkungan Kerja Berdasarkan Pengguna Jasa.....	68
4.6 Distribusi Kadar Benzena di Lingkungan kerja Mekanik Bengkel AHASS Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember.....	69
4.7 Distribusi Responden Berdasarkan Jumlah leukosit.....	71
4.8 Hubungan antara Usia Mekanik di Bengkel AHASS dengan Jumlah leukosit Mekanik .....	72
4.9 Hubungan antara Masa Kerja Mekanik di Bengkel AHASS dengan Jumlah leukosit Mekanik.....	73
4.10 Hubungan antara Perilaku Mencuci Tangan Mekanik di Bengkel AHASS dengan Jumlah leukosit Mekanik .....	74
4.11 Hubungan antara Ventilasi di Bengkel AHASS dengan Jumlah leukosit Mekanik .....	75

- 4.12 Hubungan antara Pengguna Jasa di Bengkel AHASS dengan Jumlah leukosit Mekanik .....75
- 4.13 Hubungan antara Kadar Benzena di udara lingkungan Kerja Mekanik Bengke 1 AHASS dengan Jumlah leukosit Mekanik .....76



**DAFTAR GAMBAR**

2.1	Jalur Metabolisme Benzena dalam Tubuh .....	16
2.2	Leukosit.....	36
2.3	Kerangka Teori.....	44
2.4	Kerangka Konseptual .....	45
3.1	Peta Lokasi Bengkel AHASS.....	48
3.2	Denah Bengkel Gono Motor, Bengkel Tjian, dan Reyraf Motor.....	53
3.3	Denah Bengkel MPM dan Bengkel Karunia Sejahtera Motor.....	53
3.4	Alur Penelitian.....	64
4.1	Grafik perbandingan Baku Mutu Lingkungan dengan NAB untuk Kadar Benzena di Lingkungan Kerja Mekaik Bengkel AHASS Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumpalsari Kabupaten Jember.....	71
1	Penandatanganan Informed Consent .....	107
2	Proses Wawancara Dengan Responden .....	107
3	Pengambilan Sampel Darah Responden .....	107
4	Persiapan Penempatan Alat Ukur Benzena.....	108
5	Kondisi Proses Pengukuran.....	108
6	Penempatan Alat Ukur Benzena di Lingkungan Kerja .....	108
7	Pengukuran Jumlah Leukosit Menggunakan Alat <i>Auto Analyzer</i> .....	109
8	Mekanik Melakukan Perawatan dan Perbaikan Sepeda Motor.....	109

**DAFTAR LAMPIRAN**

A. Lembar Persetujuan Responden (Informed Consent) .....	97
B. Lembar Kuesioner .....	98
C. Lembar Observasi.....	99
D. Lembar Hasil Pengukuran Kadar Benzena di Udara .....	100
E. Lembar pengukuran jumlah leukosit .....	101
F. Lembar Permohonan Ijin Peminjaman Alat .....	102
G. Lembar Permohonan ijin Uji Laboratorium.....	103
H. Lembar Permohonan Ijin Penelitian.....	104
I. Hasil Pengukuran Leukosit.....	105
J. Hasil Pengukuran Kadar Benzena di Lingkungan Kerja.....	106
K. Dokumentasi .....	107
L. Hasil Uji Statistik.....	110

## DAFTAR SINGKATAN DAN NOTASI

### Daftar Singkatan

ACGIH	= <i>American Conference of Governmental Industrial Hygienists</i>
AHASS	= <i>Astra Honda Authorized Service Station</i>
APD	= <i>Alat Pelindung Diri</i>
ATSDR	= <i>Agency for Toxic Substance and Disease Registry</i>
BBM	= <i>Bahan Bakar Minyak</i>
EPA	= <i>Environment Pollution Agent</i>
<i>et al.</i>	= <i>dan kawan-kawan</i>
GC	= <i>Gas Chromatography</i>
HPLC/UV	= <i>High Performance Liquid Chromatography with Ultra Violet</i>
IRIS	= <i>Integrated Risk Information System</i>
K3	= <i>Keselamatan dan Kesehatan Kerja</i>
LABKESDA	= <i>Laboratorium Kesehatan Daerah</i>
mm <sup>3</sup>	= <i>Milimeter Kubik</i>
NAB	= <i>Nilai Ambang Batas</i>
NFPA	= <i>National Fire Protection Association</i>
NIOSH	= <i>National Institute of Occupational Safety and Health</i>
OSHA	= <i>Occupational Safety And Health Administration</i>
PID	= <i>Photoionization</i>
ppm	= <i>Part per Million</i>
RON	= <i>Research Octane Number</i>
SNI	= <i>Standar Nasional Indonesia</i>
SPSS	= <i>Statistical Package for the Social Science</i>
STEL	= <i>Shorterm Exposure Limit</i>
<i>ul</i>	= <i>Mikro Liter</i>
UU	= <i>Undang-Undang</i>
WHO	= <i>World Health Organization</i>

**Daftar Notasi**

%	= persen
-	= sampai dengan
0	= derajat
/	= atau
<	= kurang dari
>	= lebih dari
$\leq$	= lebih kecil sama dengan
$\geq$	= lebih besar sama dengan
$\alpha$	= derajat kepercayaan
$\rho$	= signifikansi



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang yang memiliki tingkat kepadatan penduduk tinggi. Pertumbuhan penduduk di Indonesia sangat pesat sehingga menyebabkan timbulnya banyak permasalahan pencemaran udara. Pencemaran udara paling besar disebabkan dari pembakaran mesin kendaraan bermotor yang tidak sempurna. Pembakaran mesin kendaraan sepeda motor yang tidak sempurna menyebabkan udara mengandung bahan kimia berbahaya. Salah satu bahan kimia berbahaya yang dihasilkan dari pembakaran mesin kendaraan sepeda motor yang tidak sempurna adalah benzena. Benzena tersebut merupakan bahan kimia berbahaya yang dapat menyebabkan terjadinya gangguan kesehatan pada manusia (BPS, 2016).

Kendaraan bermotor di Indonesia menjadi alat transportasi yang paling banyak digunakan. Sepeda motor merupakan alat transportasi dengan jumlah tertinggi di Indonesia (BPS, 2016). Kendaraan bermotor di Provinsi Jawa Timur berjumlah 13.199.239 unit. Kabupaten Jember merupakan salah satu kabupaten yang terletak di daerah Jawa Timur yang memiliki tingkat penduduk cukup tinggi yaitu sebanyak 2.394.608 jiwa (BPS Provinsi Jawa Timur, 2015) sehingga dengan tingkat populasi penduduk yang tinggi menyebabkan jumlah kendaraan bermotor di Kabupaten Jember juga tinggi yakni sekitar 770.000 unit yang hampir 70-75% merupakan kendaraan roda dua (Satlantas Polres Jember, 2015). Sepeda motor dengan merk Honda memimpin penjualan sepeda motor dengan kontribusi sebesar 72,28 atau total nilai penjualan sebesar 2.362.047 unit (Kompasotomotif, 2016).

Bengkel AHASS (*Astra Honda Authorized Service Station*) merupakan bengkel resmi sepeda motor Honda mempunyai logo H2. Bengkel AHASS mempunyai jasa pelayanan servis, pembelian *sparepart* atau suku cadang asli sepeda motor honda (AHASS, 2014). Jasa pelayanan servis yang disediakan meliputi perawatan kendaraan memperbaiki, mengganti oli, memasang *sparepart*. Jasa pelayanan servis dilakukan oleh pekerja mekanik. Pekerja mekanik berisiko

terpapar oleh bahan-bahan kimia iritan yang terdapat dalam bahan bakar sepeda motor, oli, minyak pelumas, air aki, cairan pendingin, dan minyak-minyak lain yang digunakan oleh mekanik. Bengkel AHASS di Kecamatan Sumpalsari memiliki data nilai rata-rata sepeda motor telah ditangani pada tahun 2016 sebesar 11.800 unit sepeda motor. Pada bengkel AHASS di Kecamatan Patrang memiliki data nilai rata-rata sepeda motor yang telah ditangani pada tahun 2016 sebesar 12.300 unit sepeda motor.

Berdasarkan Surat Keputusan Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi No. 933.K/10/DJM.S/2013 tentang Standar dan Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Minyak Jenis Bensin 88 yang dipasarkan di dalam Negeri mempunyai angka oktana riset minimum 88 RON dan tidak mengandung timbal (kandungan timbal maksimum 0,013 g/l). Belum ada pembatasan kandungan senyawa aromatic seperti benzena dalam bensin. Belum adanya pembatasan kandungan senyawa benzena dalam bensin menyebabkan tingginya kandungan benzena dalam bensin. Langkah yang diambil untuk mencegah terjadinya gangguan kesehatan yang diakibatkan benzena dengan cara membatasi waktu kontak dengan benzena. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) no 19-0232-2005 tentang NAB (Nilai Ambang Batas) zat kimia di udara tempat kerja menyatakan bahwa NAB untuk paparan benzena selama 8 jam per hari yaitu 10 ppm (32 mg/m<sup>3</sup>). Berdasarkan Permenakertrans No. 13/2011 tentang NAB faktor fisika dan faktor kimia di tempat kerja menyatakan bahwa NAB untuk paparan benzena yaitu 0,5 ppm.

Benzena termasuk kedalam senyawa *Volatile Organic Compound (VOC)* merupakan senyawa yang mengandung karbon yang mudah menguap pada tekanan dan temperatur tertentu pada temperatur ruang. Absorpsi benzena di tubuh dapat melalui pernafasan sebanyak 70% dari keseluruhan jumlah benzena yang masuk kedalam tubuh dan melalui mulut benzena akan masuk sebanyak 20-25%, dan melalui kulit 5% benzena terserap kedalam tubuh (ATSDR, 2007:155). Benzena dalam tubuh dapat mengakibatkan gangguan sistem saraf pusat, gangguan hematologi dengan organ sasaran adalah sumsum tulang, dan gangguan lain pada tubuh (Siswanto, 1994:94). Permasalahan yang ditimbulkan akibat

transformasi maligna dari sel-sel pembentuk darah di sumsum tulang belakang dan jaringan limfoid menyebabkan jumlah leukosit tidak normal (Pudyoko, 2010: 138).

Pekerjaan mekanik sepeda motor merupakan salah satu pekerjaan yang terpapar benzena. Mekanik sepeda motor berada di ruangan mekanik yang digunakan sebagai tempat tempat perawatan dan perbaikan sepeda motor. Tbenzenaempat perbaikan dan perawatan sepeda motor merupakan tempat yang memiliki paparan benzena terbesar dikarenakan sumber terbesar dari benzena tersebut berasal dari bahan-bahan kimia dalam sepeda motor. Paparan benzena pada pekerja mekanik bengkel sepeda motor masuk melalui tiga jalur yaitu jalur pernafasan, jalur pencernaan, dan jalur kontak dengan kulit. Sebagian besar paparan benzena yang masuk dalam tubuh pekerja mekanik berasal dari bensin. Benzena masuk kedalam tubuh mekanik pada saat melakukan perawatan dan perbaikan sepeda motor melalui jalur pernafasan dan kontak dengan kulit. Mekanik mencuci tangan dari bekas oli dan bahan yang pekat menggunakan bensin, sehingga benzena dapat masuk melalui jalur kontak dengan kulit. Paparan benzena dapat masuk melalui jalur pencernaan ketika mekanik tidak mencuci tangan sebelum makan atau minum di area ruang mekanik.

Benzena dapat menyebabkan keracunan akut dan kronik. Keracunan akut benzena ditandai dengan pusing, muntah, tidak sadarkan diri, bahkan kematian. Paparan benzena dapat menurunkan kemampuan sumsum tulang untuk memproduksi leukosit (Siswanto, 1994:97). Jumlah normal leukosit adalah 4.300 – 10.300 leukosit per  $\text{mm}^3$ . Pada keracunan kronik dapat menyebabkan depresi sumsum tulang belakang dengan waktu paparan bertahun-tahun. Tanda diagnostik dini akibat paparan benzena menahun ditandai dengan jumlah sel darah putih menurun atau biasa disebut leukopenia. Penurunan jumlah leukosit merupakan tanda gejala dini bahwa orang tersebut telah terpapar benzena. Leukopenia adalah penurunan jumlah sel darah putih. Leukopenia menyebabkan individu menjadi rentan terhadap infeksi. Leukopenia adalah kondisi penurunan jumlah leukosit pada darah tepi dimana jumlah leukosit kurang dari 4.300 per  $\text{mm}^3$ . Leukosit tepi hanya bertahan sekitar 3-4 hari dan sumsum tulang terus memproduksi leukosit

untuk mempertahankan jumlah leukosit. Jumlah normal adalah 4.000 – 10.300 leukosit per mm<sup>3</sup>. Dampak kesehatan yang ditimbulkan oleh paparan benzena dapat menyebabkan depresi sumsum tulang belakang dimana diteksi dini ditandai dengan penurunan jumlah leukosit (leukopenia), selain itu paparan benzena pada akan mengganggu pembentukan sel darah merah yang menyebabkan terjadinya anemia aplastik. Terjadinya anemia aplastik akan menyebabkan terjadinya peningkatan jumlah sel darah putih (leukemia). Pada paparan benzena jangka pendek akan menyebabkan terjadinya penurunan jumlah leukosit, sedangkan pada jangka panjang akan menyebabkan terjadinya kanker darah (leukemia) (Siswanto, 1994:97).

Benzena merupakan senyawa hidrokarbon aromatik yang mudah menguap sehingga paparan benzena paling banyak masuk kedalam tubuh melalui saluran pernafasan. Paparan benzena selama 2,5 – 8 jam perhari dengan dosis 60 ppm dapat mempengaruhi sistem sistemik manusia dan memberikan salah satu dampaknya adalah leukopenia (ATSDR, 2007:41). Dampak dari leukopenia atau rendahnya leukosit sendiri yaitu mudah terkena infeksi bakteri, infeksi virus, infeksi parasit, infeksi jamur . Dampak dari leukopenia itu sendiri adalah timbulnya penyakit-penyakit infeksi seperti tifoid, hepatitis, infeksi saluran kemih, infeksi saluran nafas, infeksi telinga, bahkan infeksi kulit. Pekerja yang terpapar benzena secara berlebihan dan terus menerus akan memiliki kesehatan yang buruk. Hal tersebut menyebabkan terjadinya tingginya angka absensi dan penurunan produktivitas.

Penelitian yang dilakukan oleh Febyan dkk menemukan bahwa benzena merupakan bahan yang paling luas penggunaannya dalam berbagai industri dan dapat menyebabkan leukemia myeloid akut (LMA) pada pekerja yang terpajan benzena dalam jangka waktu tertentu (Febyan, dkk. 2015).

Pada studi pendahuluan yang dilakukan, pekerja mekanik bengkel sepeda motor melakukan praktik kerja tanpa menggunakan alat pelindung diri seperti masker, sarung tangan, dan bersentuhan langsung dengan bahan bakar sepeda motor, oli, dan berbagai minyak pelumas dan cairan pendingin mesin sepeda motor. Selain itu kebiasaan tidak mencuci tangan dengan sabun setelah kontak

langsung dengan bahan bakar sepeda motor, oli, minyak pelumas dan cairan pendingin bahkan mekanik mempunyai kebiasaan mencuci tangan dengan bensin ketika membersihkan oli atau minyak pelumas yang menempel di tangan dapat mempengaruhi konsentrasi benzena dalam tubuh mekanik bengkel sepeda motor. Pada mekanik bengkel sepeda motor memiliki kemungkinan adanya tenaga kerja mekanik bengkel sepeda motor yang terpajan benzena melebihi ambang batas yang diperbolehkan dan mengalami gangguan kesehatan akibat benzena. Berdasarkan uraian diatas perlu meneliti hubungan antara faktor individu, faktor lingkungan kerja dengan kadar benzena di lingkungan kerja dengan jumlah leukosit pada mekanik bengkel AHASS Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumbersari kabupaten jember.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Apakah ada hubungan antara kadar benzena di lingkungan kerja dan jumlah leukosit pada mekanik bengkel AHASS di Kecamatan Sumbersari dan Kecamatan Patrang Kabupaten Jember?

## **1.3 Tujuan**

### **1.3.1 Tujuan Umum**

Menganalisis hubungan kadar benzena di lingkungan kerja dan jumlah leukosit pada mekanik bengkel AHASS Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember.

### **1.3.2 Tujuan Khusus**

- a. Mengidentifikasi faktor individu meliputi usia, masa kerja, dan perilaku mencuci tangan pada mekanik bengkel AHASS Kecamatan Patrang dan Sumbersari Kabupaten Jember.
- b. Mengidentifikasi faktor lingkungan kerja (ventilasi dan jumlah pengguna jasa) pada mekanik bengkel AHASS Kecamatan Patrang dan Sumbersari Kabupaten Jember.

- c. Mengukur kadar benzena lingkungan kerja di bengkel AHASS Kecamatan Patrang dan Sumbersari Kabupaten Jember.
- d. Mengukur jumlah leukosit pada mekanik bengkel AHASS Kecamatan Patrang dan Sumbersari Kabupaten Jember.
- e. Menganalisis hubungan faktor individu meliputi usia, masa kerja, dan perilaku mencuci tangan dengan jumlah leukosit pada mekanik bengkel AHASS Kecamatan Patrang dan Sumbersari Kabupaten Jember.
- f. Menganalisis hubungan faktor lingkungan kerja meliputi ventilasi dan jumlah pengguna jasa dengan jumlah leukosit pada mekanik bengkel AHASS Kecamatan Patrang dan Sumbersari Kabupaten Jember.
- g. Menganalisis hubungan kadar benzena di lingkungan kerja dengan jumlah leukosit pada mekanik bengkel AHASS Kecamatan Patrang dan Sumbersari Kabupaten Jember.

#### **1.4 Manfaat**

##### **1.4.1 Manfaat Teoritis**

Penelitian ini dapat dijadikan sebagai sarana untuk mengembangkan dan meningkatkan pengetahuan serta ketrampilan dalam mengaplikasikan ilmu kesehatan masyarakat. Penelitian membuktikan mengenai praktik kerja khususnya pada mekanik bengkel sepeda motor sangat penting untuk melindungi kesehatan pekerja dari pajanan benzena.

##### **1.4.2 Manfaat Praktis**

###### **a. Bagi Peneliti**

Mengembangkan kemampuan dalam bidang penelitian dan penyusunan karya tulis serta menerapkan ilmu dan teori yang telah didapat selama masa kuliah.

###### **b. Bagi Fakultas Kesehatan Masyarakat**

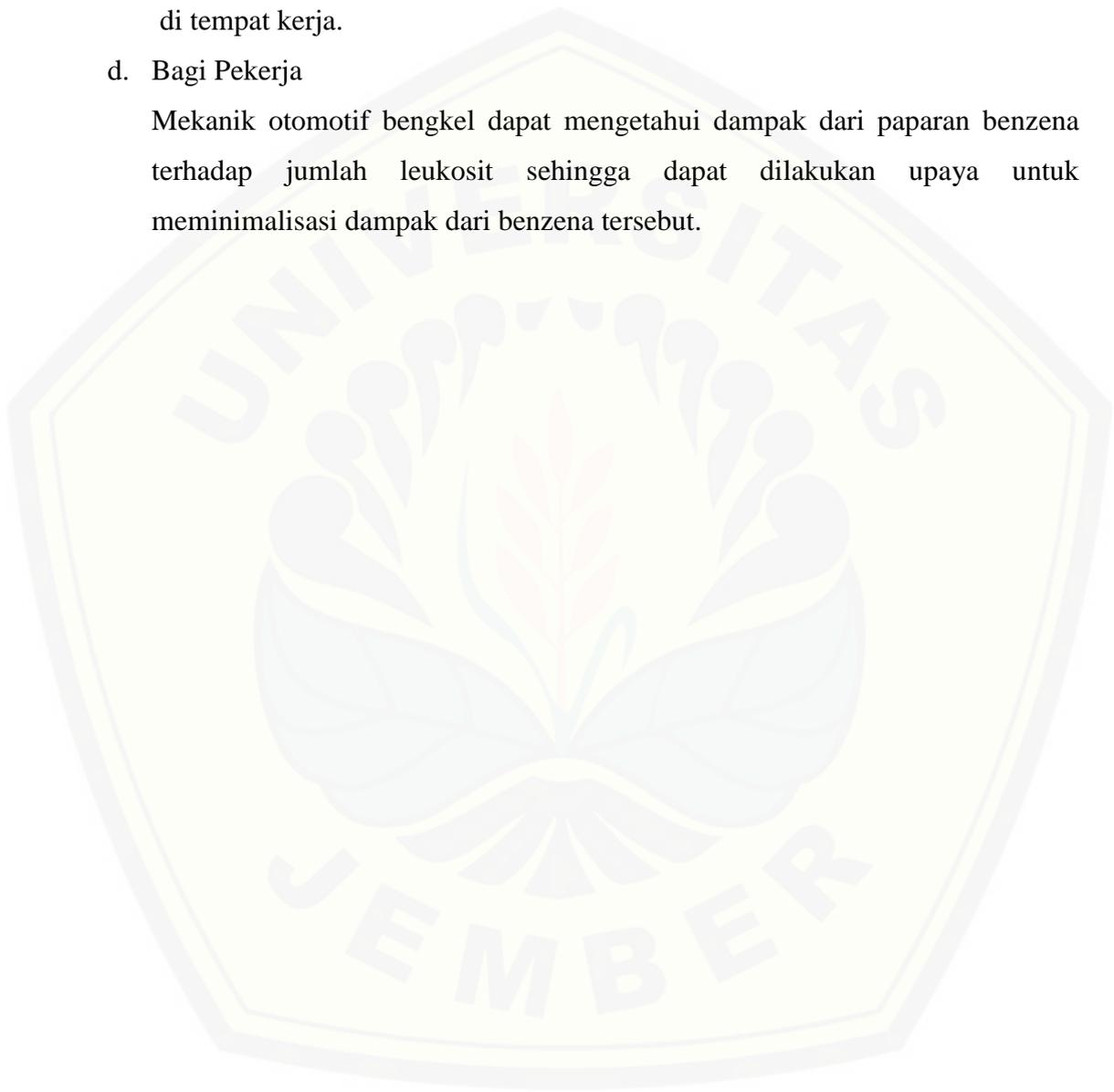
Untuk menambah referensi dan literatur mengenai toksikologi industri khususnya mengenai analisis paparan benzena terhadap jumlah leukosit pada mekanik otomotif bengkel AHASS di Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember.

c. Bagi Perusahaan

Penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk penyelenggaraan sistem keselamatan dan kesehatan kerja khususnya mengenai manajemen untuk upaya membatasi diri terhadap paparan benzena di tempat kerja.

d. Bagi Pekerja

Mekanik otomotif bengkel dapat mengetahui dampak dari paparan benzena terhadap jumlah leukosit sehingga dapat dilakukan upaya untuk meminimalisasi dampak dari benzena tersebut.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Benzena

#### 2.1.1 Sifat-sifat umum benzena

Benzena adalah senyawa kimia yang tergolong senyawa hidrokarbon aromatik yang memiliki sifat toksik bagi pekerja dan merupakan salah satu pencemar lingkungan dengan rumus  $C_6H_6$ . Benzena dikenal dengan beberapa nama antara lain benzol, *cyclohexatriene*, coal tar naphtham phenyl hydride. Berikut tabel dari sifat-sifat umum benzena :

Tabel 2.1 Sifat - Sifat Umum Benzena

No	Sifat umum	Informasi
1.	Bentuk fisik	Cairan tidak berwarna, mudah menguap, mudah terbakar, dan mudah meledak
2.	Berat molekul	78.11 g/mol
3.	Berat jenis pada 15 <sup>0</sup> C	0,8787 gl/L
4.	Tekanan uap	95.2 mmHg pada 25 <sup>0</sup> C, 75 mmHg pada 20 <sup>0</sup> C
5.	Titik nyala	-11,1 <sup>0</sup> C
6.	Titik nyala sendiri (Autoignition temperature)	358 <sup>0</sup> C
7.	Kelarutan dalam air	0.8 g/L (15 <sup>0</sup> C), 1.75 g/L pada 25 <sup>0</sup> C
8.	Viskositas	0.652 Cp PADA 20 <sup>0</sup> C
9.	Vapor density	2,7 (lebih berat dari udara)
10.	Titik didih	80.1 <sup>0</sup> C
11.	Titik leleh	5.5 <sup>0</sup> C, 279 K, 42 <sup>0</sup> F
12.	Lower Explosive Limit (LEL)	1,2 %
13.	Upper Explosive Limit (UEL)	7,8 %
14.	Faktor konversi	1 ppm = 3.24 mg/m <sup>3</sup> pada 20 0C ; 1 mg/m <sup>3</sup> = 0.31 ppm ; 1 mg/L = 313 ppm
15.	Sifat umum benzena lainnya	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Benzena sedikit larut dalam air tetapi sangat mudah larut dalam pelarut organik seperti alkohol, kloroform, eter, karbon sulfida, aseton, minyak, karbon tetraklorida, asam asetat glasial</li> <li>- Berwujud cair pada suhu ruang (27<sup>0</sup>C)</li> <li>- Mempunyai bau manis yang khas</li> <li>- Bersifat karsinogenik</li> </ul>

(Sumber : Siswanto, 1994:96; ATSDR, 2007; dan NIOSH, 2009)

### 2.1.2 Sumber Paparan Benzena

Benzena ditemukan pada tahun 1825 oleh seorang ilmuwan Inggris bernama Michael Faraday, ia mengisolasi dari gas minyak dan menamakannya *bikarburet* dari hidrogen. Lalu pada tahun 1833, kimiawan Jerman, Eilhard Mitscherlich menghasilkan benzena melalui distilasi asam benzoate (dari benzoin karet/*gum benzoin*) dan kapur. Mitscherlich memberinya nama *benzin*. Pada tahun 1845, kimiawan Inggris, Charles Mansfield, yang sedang bekerja di bawah August Wilhelm von Hofmann, mengisolasi benzena dari tir (*coal tar*). Empat tahun kemudian, Mansfield memulai produksi benzena berskala besar pertama menggunakan metode tir tersebut (Salim, 2012:7)

Benzena adalah senyawa kimia organik, tidak berwarna, dan mudah terbakar dengan bau yang manis. Dalam pemanfaatannya, benzena merupakan salah satu komponen dalam bensin dan merupakan pelarut yang penting dalam dunia industri. Benzena juga sebagai bahan dasar dalam produksi obat-obatan, plastik, bensin, karet buatan, dan pewarna. Selain itu, benzena adalah kandungan alami dalam minyak bumi, namun biasanya diperoleh dari senyawa lainnya yang terdapat dalam minyak bumi

Benzena pertama kali diproduksi secara komersial dari *coal tar* pada tahun 1849 dan dari minyak pada tahun 1941. Setelah Perang Dunia II, kebutuhan benzena bagi industri sangat besar, terutama untuk kebutuhan industri plastik, sehingga benzena kemudian diproduksi secara besar-besaran dari industri minyak bumi. Terdapat empat proses skimia dalam produksi benzena, yaitu *catalytic reforming*, *toluene hydrodealkylation*, *toluene disproportionation*, dan *steam cracking* (ATSDR, 2007).

Benzena merupakan salah satu senyawa kimia yang paling banyak digunakan dalam industri di dunia. Di Amerika Serikat, benzena merupakan peringkat teratas dari 20 zat kimia terbanyak yang diproduksi. Benzena digunakan secara luas sebagai pelarut dan industri obat sebagai bahan baku atau bahan intermediet dalam pembuatan banyak senyawa kimia, juga sebagai zat adiktif pada bensin. Penggunaan utama benzena adalah untuk produksi etilbenzena, *cumene*, dan sikloheksan. Etil benzena (penggunaan 55% benzena yang diproduksi) adalah

senyawa intermediet untuk pembentukan stirena, dimana digunakan untuk pembentukan plastik. *Cumene* (24%) digunakan untuk memproduksi fenol dan aseton. Fenol digunakan untuk membuat resin dan nylon sebagai serat sintetik, sedangkan aseton digunakan sebagai pelarut dan industri obat. Sikloheksan (12%) digunakan untuk membuat nylon. Benzena juga merupakan salah satu komponen dalam bensin tanpa timbal untuk meningkatkan nilai oktan bensin, oleh karena itulah polusi udara yang disebabkan senyawa aromatik seperti benzena dalam bensin tanpa timbal meningkat (ATSDR, 2007).

US-EPA telah mengklasifikasikan benzena sebagai polutan udara berbahaya dan limbah berbahaya. Selain itu, ada bukti yang cukup untuk mendukung dalam pengklasifikasian benzena sebagai karsinogen manusia (Grup A) (IRIS, 2007). Oleh karena pengklasifikasian oleh US-EPA ini, dimasa sekarang penggunaan benzena sebagai pelarut semakin dibatasi, tetapi diganti oleh pelarut organik lain. Tetapi karena benzena masih tetap terdapat dalam pelarut organik pengganti ini sebagai impurities (pengotor), maka manusia masih dapat terpajan oleh benzena di lingkungan kerja. Benzena juga digunakan dalam industri pembuatan sepatu dan industri percetakan (ATSDR, 2007). Sebagai zat aditif pada bensin, benzena dapat meningkatkan nilai oktan. Konsekuensinya yaitu bensin mengandung benzena beberapa persen, ketika pada tahun 1050-an diganti oleh Tetraetil timbal sebagai zat anti ketuk. Tetapi karena timbal (Pb) juga merupakan zat berbahaya, maka benzena kembali digunakan sebagai aditif pada bensin di beberapa negara.

Benzena ditemukan di udara, air, tanah dan dari kegiatan industri serta sumber-sumber alami seperti gunung merapi, BBM, minyak mentah, bahkan dari kebakaran hutan. Sebagian besar paparan benzena adalah berasal dari bahan bakar motor, bengkel, asap rokok, dan emisi dari industri (Zuliyawan, 2010:8)

#### a. Sumber dari Industri

Benzena saat ini telah dipergunakan secara luas di perindustrian khususnya di industri perminyakan dan banyak industri yang menggunakan benzena sebagai campuran dalam pembuatan produk kimia lain seperti cumene (sejenis resin), cyclhoexane (untuk nylon dan fiber sintesis) dan styrene (sejenis plastik). Selain itu, benzena banyak digunakan di industri manufaktur, contohnya pelumas, bahan

cat dan pewarna, industri karet, industri obat, industri sabun dan pestisida. Kontribusi emisi yang dihasilkan dari kegiatan industri sekitar 20% dari seluruh total benzena yang ada di udara bebas (Pudyoko, 2010:16).

#### b. Sumber dari Alam

Pada proses alami benzena dihasilkan oleh kebakaran hutan, proses gunung merapi dan benzena dihasilkan secara alami dari minyak mentah, asap rokok serta bensin. Komposisi BTEX ( Benzena, Toluene, Ethylbenzena, Xylene) pada bensin dalam persen berat adalah benzena mengandung 0,12-3,5 % total berat, pada toluene 2,73-21,8 % total berat, pada Ethylbenzena (0,36 – 2,82%) dan Xylene berjumlah 6,43 – 36,47% total berat (Pudyoko, 2010:16).

#### 2.1.3 Nilai Ambang Batas Paparan Benzena

Di Indonesia memiliki beberapa standar yang telah ditetapkan untuk penetapan Nilai Ambang Batas (NAB) terhadap faktor-faktor fisika dan kimia di tempat kerja. Standar Nasional Indonesia tahun 2005 (SNI 2005) yang mengacu pada Surat Edaran Menteri Tenaga Kerja Nomor SE 01/Men/1997 yang memuat tentang Nilai Ambang Batas (NAB) rata-rata tertimbang waktu (*TWA/Time Weighted Average*) zat kimia di tempat kerja dengan jumlah jam kerja 8 jam per hari atau 40 jam per minggu menyatakan bahwa benzena yang diklasifikasikan dalam kelompok A2 (zat kimia yang diperkirakan karsinogen untuk manusia) memiliki NAB sebesar 10 ppm atau 32 mg/m<sup>3</sup> benzena di udara (SNI 2005).

Kemudian Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia NOMOR PER.13/MEN/X/2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja menyatakan bahwa benzena diklasifikasikan dalam kelompok A1 (zat kimia yang terbukti karsinogen untuk manusia) memiliki NAB sebesar 0,5 ppm dan memiliki PSD (Paparan Singkat yang Diperkenankan) sebesar 2,5 ppm atau setara dengan 7,98 mg/m<sup>3</sup> dalam 15 menit (Salim, 2012:19 dan Yuniati, 2016:13)

*Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) mengeluarkan untuk batas ambang paparan benzena (*PEL/Permissible Exposure Limit*) yang diperbolehkan adalah 1 ppm untuk paparan selama 8 jam kerja) dan 5 ppm untuk

paparan dalam jangka waktu pendek (*STEL/Short Term Exposure Limit*) kurang dari 15 menit . *The National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) menetapkan batas paparan benzena untuk *TWA/Time Weighted Average* adalah 0,1 ppm dan untuk nilai ambang batas paparan singkat atau *Short Term Exposure Limit* (STEL) sebesar 1 ppm, NIOSH juga mengklasifikasikan benzena sebagai karsinogen (NIOSH, 2008).

*American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH) *Threshold limit Values* (TLV) atau disingkat TLV-ACGIH menetapkan batas paparan benzena untuk *TWA/Time Weighted Average* adalah 0.5 ppm (1.6 mg/m<sup>3</sup>) dan untuk nilai ambang batas paparan singkat atau *Short Term Exposure Limit* (STEL) sebesar 2.5 ppm (8 mg/m<sup>3</sup>), ACGIH juga mengklasifikasikan benzena sebagai karsinogen bagi manusia (A1) (TLV-ACGIH, 2011).

#### 2.1.4 Toksisitas Benzena

Apabila terpajan oleh benzena akan berdampak buruk pada kesehatan. Kandungan benzena di udara dalam kadar yang rendah dapat berasal dari rokok, bengkel, SPBU, poluasi dari kendaraan bermotor dan industri. Uap dari produk yang mengandung benzena, seperti lem, cat, pembersih furniture, dan deterjen juga dapat menjadi sumber paparan. Benzena merupakan zat yang karsinogenik (zat penyebab kanker) terhadap manusia apabila terpajan. Studi epidemiologi membuktikan adanya hubungan antara paparan benzena yang berasal dari pelarut yang mengandung benzena dengan kejadian *acute myelogenous leukemia* (AML). Pengujian secara *in vivo* dan *in vitro* pada hewan dan manusia juga mengindikasikan benzena dan zat metabolitnya bersifat genotoksik, merubah gen, perubahan kromosom pada limfosit, dan sel sumsum tulang. Kerusakan pada sistem imun juga terjadi pada paparan benzena melalui inhalasi. Hal ini ditunjukkan oleh menurunnya jumlah antibodi dan menurunnya jumlah leukosit pada pekerja terpajan (ATSDR, 2007).

Efek paling sistemik yang dihasilkan pada paparan benzena kronis dan subkronis adalah kegagalan pembentukan sel darah merah. Paparan kronis benzena juga diperkirakan berpengaruh terhadap sistem saraf peripheral pada

tubuh. Biomarkes awal untuk paparan benzena tingkat rendah adalah berkurangnya jumlah sel darah merah. Penemuan klinis dalam hematoksisitas benzena adalah *cytopenia*, yaitu penurunan unsur-unsur yang terkandung dalam sel darah yang mengakibatkan *anemia, leukopenia, atau thrombocytopenia* pada manusia dan hewan percobaan. Benzena juga dapat menyebabkan kerusakan dalam tubuh yang sangat berbahaya yang disebut anemia aplastik, dimana tubuh tidak berhasil membentuk sel darah merah karena rusaknya sumsum tulang yang memproduksi sel darah. Anemia aplastik ini merupakan indikasi awal terjadinya *acute non-limphocytic leukemia* (leukemia non-limfosit akut).

Paparan benzena dengan kadar tinggi melalui inhalasi (jalur pernapasan) dapat menyebabkan kematian, sementara paparan kronis dosis rendah dapat menyebabkan pusing, detak jantung cepat, kepala pusing, tremor, kebingungan dan tidak fokus. Apabila termakan atau terminum bahan dengan kandungan benzena tinggi dapat menyebabkan batuk, serak, dan rasa terbakar di mulut. Faring dan kerongkongan, iritasi pada lambung, rasa mengantuk berlebihan, dan akhirnya kematian. Efek neurologis telah dilaporkan pada manusia yang terpajan benzena berkadar tinggi. Paparan fatal melalui inhalasi menyebabkan terjadinya *vascular congestion* di otak. Paparan inhalasi kronis dapat menyebabkan terjadinya *distal neuropathy*, susah tidur, dan kehilangan memori. Paparan melalui oral mempunyai efek yang sama dengan paparan melalui inhalasi. Studi pada hewan menyatakan bahwa paparan benzena melalui inhalasi menyebabkan berkurangnya aktivitas listrik di otak, kehilangan refleks, dan tremor. Paparan benzena melalui kulit tidak menyebabkan kerusakan pada saraf. Paparan akut melalui oral dan inhalasi dengan kadar benzena tinggi dapat menyebabkan kematian, paparan tersebut yang berhubungan dengan depresi sistem saraf pusat (SSP). Paparan kronis pada tingkat rendah berhubungan dengan efek terhadap sistem saraf perifer.

#### 2.1.5 Toksikoinetik Benzena

Paparan utama benzena masuk ke dalam tubuh yaitu melalui saluran pernafasan (inhalasi), namun benzena juga bisa masuk dengan cara lain yakni

melalui mulut (oral) atau kulit. Penyerapan benzena selalu siap diserap baik melalui inhalasi, oral maupun kulit. Benzena yang terabsorpsi dalam tubuh nantinya dengan cepat didistribusikan ke seluruh tubuh dan cenderung terakumulasi di jaringan lemak. Hati memiliki peranan penting dalam menghasilkan beberapa metabolit benzena yang reaktif dan berbahaya. Meskipun benzena secara mudah dapat masuk ke dalam tubuh namun pengaruh dari toksisitas benzena juga dipengaruhi oleh siklus metabolisme dalam tubuh karena masih belum ada penemuan mengenai metabolit benzena yang menjadi penyebab satu-satunya terhadap kejadian *hematopoietic* dan *leukemogenic* pada tubuh. Pada pemaparan benzena dengan dosis rendah, sering kali benzena akan di metabolisme dan di ekskresikan melalui urin sementara pada pemaparan benzena dengan dosis tinggi, benzena akan diekskresikan melalui saluran pernafasan (ATSDR, 2006).

#### a. Absorpsi Benzena

Benzena dengan cepat diabsorpsi melalui saluran pernafasan dan pencernaan. Penyerapan melalui kulit cepat tetapi tidak luas, hal ini disebabkan karena benzena yang menguap dengan cepat. Sekitar Sekitar 50% dari benzena yang dihirup diabsorpsi setelah paparan 4 jam pada konsentrasi sekitar 50 ppm benzena di udara. Sebuah penelitian *in vivo* pada manusia menunjukkan bahwa terjadi absorpsi sekitar 0,05% dari dosis benzena yang diaplikasikan pada kulit, sedangkan pada penelitian *in vitro* kulit manusia, penyerapan benzena secara konsisten sebanyak 0,2% setelah paparan dosis antara 0,01-520 mikroliter per persegi sentimeter. Belum ada penelitian absorpsi melalui oral pada manusia. Pada hewan, di sedikitnya 90% dari benzena diserap setelah konsumsi pada dosis 340-500 miligram per kilogram per hari (mg/kg/hari) (ATSDR, 2006).

Setengah dari benzena yang terhirup dalam konsentrasi tinggi akan masuk ke dalam saluran pernafasan yang kemudian masuk ke dalam aliran darah. Hal yang sama terjadi jika paparan benzena melalui makanan dan minuman, sebagian besar benzena akan masuk ke dalam jaringan gastrointestinal, kemudian masuk ke dalam jaringan darah. Sejumlah kecil benzena masuk melalui kulit melalui kontak langsung antara kulit dengan benzena atau produk yang mengandung benzena. Di dalam jaringan darah, benzena akan beredar ke seluruh tubuh dan disimpan

sementara di dalam lemak dan sumsum tulang, kemudian akan dikonversi menjadi metabolit di dalam hati dan sumsum tulang. Sebagian besar hasil metabolisme akan keluar melalui urin dengan waktu sekitar 48 jam setelah paparan. Apabila tidak segera dikeluarkan melalui ekspirasi, benzena akan diabsorpsi ke dalam darah. Benzena larut dalam cairan tubuh dalam konsentrasi rendah dan secara cepat dapat terakumulasi dalam jaringan lemak karena kelarutannya yang tinggi dalam lemak. Uap benzena mudah diabsorpsi oleh darah yang sebelumnya diabsorpsi oleh jaringan lemak. Benzena masuk ke dalam tubuh dalam bentuk uap melalui inhalasi dan absorpsi terutama melalui paru-paru, jumlah uap benzena yang absorpsi melalui inhalasi adalah sebesar 70-80% pada 5 menit awal paparan benzena yang kemudian absorpsinya berkurang secara cepat yakni sekitar 40-50% setelah beberapa jam terpapar benzena dari keseluruhan jumlah benzena yang masuk ke dalam tubuh. Benzena mudah diabsorpsi melalui saluran pernafasan, ketahanan paru-paru mengabsorpsi benzena kira - kira 50% untuk paparan sebesar 2-100 cm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> selama beberapa jam paparan (ATSDR, 2007).

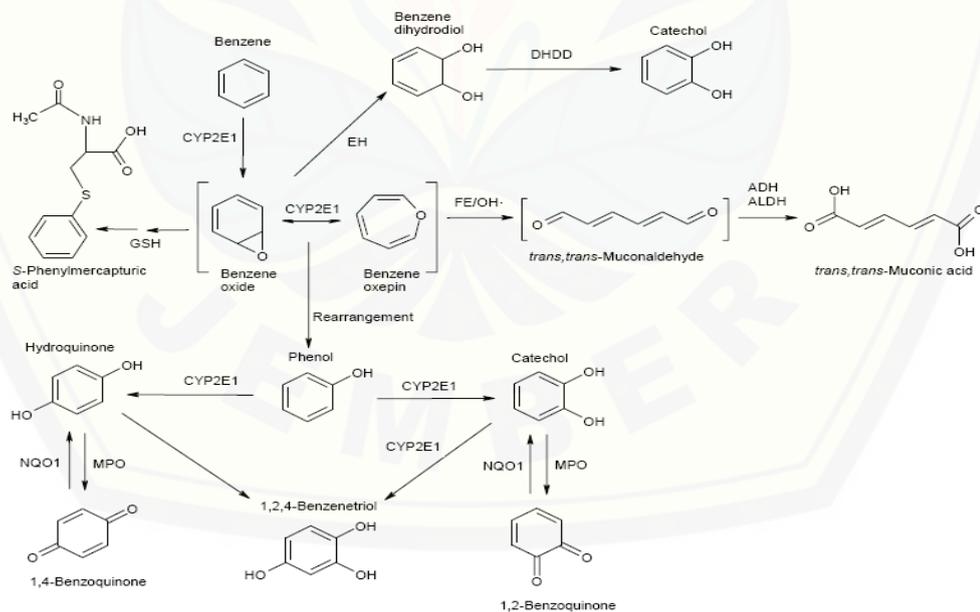
#### b. Distribusi Benzena

Distribusi benzena ke seluruh tubuh melalui absorpsi dalam darah, karena benzena bersifat lipofilik, maka distribusi terbesar adalah dalam jaringan lemak. Jaringan lemak, sumsum tulang, dan urin mengandung sekitar 20 kali konsentrasi benzena lebih banyak daripada yang terdapat dalam darah. Kadar benzena dalam otot dan organ-organ 1-3 kali lebih banyak dibandingkan dalam darah. Eritrosit (sel darah merah) mengandung benzena sekitar 2 kali lebih banyak di dalam plasma (ATSDR, 2007).

#### c. Metabolisme Benzena

Umumnya efek kanker dan nonkanker disebabkan oleh satu atau lebih metabolit reaktif dari benzena. Metabolit diproduksi di hati yang kemudian nantinya dibawa ke sumsum tulang dimana toksisitas benzena akan muncul. Metabolisme benzena juga bisa terjadi dalam sumsum tulang dalam jumlah yang sedikit. Meskipun metabolisme benzena telah dipelajari secara ekstensif, proses

terjadinya toksisitas benzena belum sepenuhnya dipahami. Namun secara garis besar proses metabolisme benzena dalam tubuh yakni langkah pertama adalah enzim *cytochrome* P-450 2E1 (CYP2E1) mengkatalisis reaksi oksidasi benzena menjadi benzena oksida yang berkesetimbangan dengan benzena oxepin, yang kemudian termetabolisme menjadi fenol (produk metabolit utama benzena). Fenol kemudian dioksidasi dengan katalisis CYP2E1 menjadi katekol atau hidrokuinon, yang kemudian dengan enzim *myeloperoxidase* (MPO) dioksidasi menjadi metabolit reaktif 1,2- dan 1,4-benzokuinon. Katekol dan hidrokuinon dapat diubah menjadi metabolit 1,2,4-benzoetriol dengan katalisis CYP2E1. Reaksi metabolisme benzena yang lain adalah reaksi dengan glutathion (GSH) yang menghasilkan asam S-fenilmerkapturat. Kemudian reaksi dengan katalis Fe (besi) yang menghasilkan produk dengan cincin terbuka, yaitu asam trans,trans-mukonat dengan senyawa intermediet trans,trans-mukonaldehida yang merupakan metabolit benzena yang hematoksik (racun terhadap sistem darah) (ATSDR, 2007:166).



ADH = alcohol dehydrogenase; ALDH = aldehyde dehydrogenase; CYP2E1 = cytochrome P-450 2E1; DHDD = dihydrodiol dehydrogenase; EH = epoxide hydrolase; GSH = glutathione; MPO = myeloperoxidase; NQO1 = NAD(P)H:quinone oxidoreductase

Gambar 2.1 Jalur Metabolisme Benzena dalam Tubuh  
(Sumber: ATSDR, 2007:167)

#### d. Eksresi Benzena

Pada paparan inhalasi, ekskresi benzena dalam tubuh terjadi melalui proses ekskresi dan ekshalasi. Proses utama eliminasi dan ekskresi benzena yang tidak berbentuk metabolit dalam tubuh yakni melalui inhalasi, sementara ekskresi utama benzena sebagai metabolit yakni dalam urin, khususnya sebagai asam sulfat dan *glucuronid* terkonjugasi fenol. Tidak ada studi terkait ekskresi karena paparan oral pada manusia. Namun, sebuah penelitian pada kelinci dengan benzena radiolabel (sekitar 340 mg/kg berat badan), menemukan bahwa 43% dari label itu hilang sebagai bukan metabolit benzena. Ekskresi urin sebesar 33%, terdiri dalam bentuk *phenol* terkonjugasi (23.5%), *hydroquinone* (4.8%), *catechol* (2.2%), dan *hydroxyquinol* (0.3%) (Parkes & Williams, 1953 dalam US EPA 2002). Data yang tersedia terbatas terkait ekskresi paparan benzena dalam tubuh manusia karena paparan dermal (ATSDR, 2007:177).

#### 2.1.6 Efek Paparan Benzena terhadap Kesehatan

Benzena mempunyai sifat yang toksik baik terhadap manusia maupun binatang. Efek toksik benzena dapat dikategorikan menjadi 3 (tiga) yaitu efek berdasarkan cara masuknya (*port d'entry*), efek berdasarkan lama panjangan 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 benzena pada konsentrasi tinggi melalui inhalasi dapat mengakibatkan depresi pada susunan syaraf dan dapat mengakibatkan kematian. Penguapan benzena dalam konsentrasi tinggi akan menyebabkan keracunan akibat dari penghirupan. Pada tingkat permulaan, benzena terutama berpengaruh terhadap susunan syaraf pusat. Tanda-tanda utamanya adalah : mengantuk, pusing, sakit kepala, vertigo dan kehilangan kesadaran.

Tabel 2.2 Tingkat Signifikansi Paparan Benzena (Inhalasi, Akut)

Efek	Spesies	Durasi/ Frekuensi paparan	Sistem	NOAEL (ppm)	LOAEL (ppm)	
					Kurang serius	Serius
Kematian	Manusia	1 hari 5-10 menit				2000
Kematian	Tikus					13700
Sistemik	Manusia	1-21 hari 2,5-8 jam/hari	Respirasi  Darah		60 ( Iritasi membran mukosa)	60 (Leukop enia, anemia, trobsit openia, MCV>> )
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 jam/hari			60 (pusing, mual, kelelahan)	
Neurologis	Tikus	6-15 hari 6 jam/hari		300	2200	
Neurologis	Tikus	6-15 hari 6 jam/hari		100		

(Sumber :ATSDR, 2007)

Tabel 2.3 Tingkat Signifikansi Paparan Benzena (Inhalasi, Sedang)

Efek	Spesies	Durasi/ Frekuensi paparan	Sistem	NOAEL (ppm)	LOAEL (ppm)	
					Kurang serius	Serius
Kematian	Tikus	15 minggu 4-5 hari / minggu 4-7 jam/hari				200 (mati)
Kematian	Manusia	4 bulan – 1 tahun	darah			150

Efek	Spesies	Durasi/ Frekuensi paparan	Sistem	NOAEL (ppm)	LOAEL (ppm)	
					Kurang serius	Serius
Sistemik	Manusia	4 bulan – 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 3-4 x 4 jam				929
Reproduksi	Tikus	10 minggu 5 hari / minggu 6 jam/hari		300		
Kanker	Manusia	3,5 bulan – 19 bulan				29 (CEL)
Kanker	Tikus	15 minggu 4-5 hari / minggu 4-7 jam/hari				200 (CEL)

(Sumber :ATSDR, 2007)

Tabel 2.4 Tingkat Signifikansi Paparan Benzena (Inhalasi, Kronik)

Efek	Spesies	Durasi/ Frekuensi paparan	Sistem	NOAEL (ppm)	LOAEL (ppm)	
					Kurang serius	Serius
Kematian	Tikus	104 minggu 5 hari / minggu 4-7 jam/hari			200	(61% mati)
Sistemik	Manusia	4 bulan – 15 tahun	Darah			150
Sistemik	Manusia	14 tahun	Darah	0,55		
Sistemik	Manusia	1 – 3 tahun	Darah			3 (anemia, leukemia)
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)

Efek	Spesies	Durasi/ Frekuensi paparan	Sistem	NOAEL (ppm)	LOAEL (ppm)	
					Kurang serius	Serius
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, 2007)

#### b. Efek Toksik Berdasarkan Lama Paparan

Efek kesehatan dibagi menjadi beberapa durasi/lama paparan terjadi, efek toksik akut (14 hari atau kurang), efek toksik sedang (15-364 hari), dan efek toksik kronis (365 hari atau lebih).

##### 1) Efek toksik akut (<14 hari)

Efek toksik akut adalah suatu efek yang ditimbulkan benzena 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.

##### 2) Efek toksik sedang (15 – 365 hari)

Efek toksik sedang memiliki waktu paparan selama 15-365 hari. Dari beberapa penelitian efek toksik sedang dari benzena didapatkan hasil antara lain kematian, efek sistemik, efek neurologis, kanker, efek sistem imunitas, efek reproduksi.

##### 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 toksik kronis dari benzena adalah kematian, efek sistemik, efek neurologis, kanker, efek sistem imunitas, efek

reproduksi, kerusakan pada sumsum tulang belakang (irreversible), degenarsi lemak, aplasia dan leukemia akut atau kronis (Siswanto, 1994:97-98 dan ATSDR, 2007).

#### c. Efek Toksik Berdasarkan Gangguan Kesehatan

Benzena mempunyai efek terhadap kesehatan manusia, beberapa efek yang ditimbulkan oleh benzena antara lain :

##### 1) Efek Karsinogenik

Bukti kuat adanya potensi terjadinya kanker karena paparan benzena telah dibuktikan dalam studi cohort pada pekerja di Ohio dan China. EPA, IARC dan departemen kesehatan di Amerika telah menggolongkan benzena sebagai bahan toksik yang karsinogenik pada manusia. EPA mengelompokkan benzena sebagai katagori A (karsinogenik pada manusia). Berdasarkan data leukemia pada manusia, EPA mendapatkan range risiko untuk benzena melalui pernafasan adalah  $2,2 \times 10^{-6} - 7,8 \times 10^{-6}$  (ug/m<sup>3</sup>). Pada tingkat risiko dari  $1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-7}$ , berturut-turut konsentrasi udara bebas adalah 13,0–45,0 µg/m<sup>3</sup> (4–14 ppb) to 0,013–0,045 µg/m<sup>3</sup> (0,004–0,014 ppb). Salah satu studi yang dilakukan oleh Aksoy & Erdem, 1978, mereka meneliti 44 pasien dengan pansitopenia akibat paparan benzena adhesive (bahan perekat) pada tingkat paparan sebesar 480-2100 mg/m<sup>3</sup> (150-650 ppm) selama 4 bulan sampai 15 tahun membuktikan bahwa 6 dari 44 pasien tersebut terdiagnosis leukemia myeloid metaplasia (Pudyoko, 2010:22 dan Salim, 2012:18)

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

## 2) Efek Imunologi

Benzena telah menunjukkan efek yang buruk terhadap sistem imun pada manusia pada saat terpajan benzena 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 benzena menyebabkan penurunan tingkat sirkulasi leukosit pada pekerja yang terpapar benzena kadar rendah (30 ppm) dan menurunkan tingkat sirkulasi sistem antibodi pada pekerja yang terpapar benzena 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.

Efek buruk terhadap sistem imun dapat terjadi pada manusia setelah mengalami paparan baik melalui saluran pernafasan, kulit maupun saluran pencernaan, sejak terjadi penyerapan benzena yang melalui berbagai cara akan meningkatkan risiko kerusakan sistem imun. Penelitian menunjukkan bahwa sistem imun 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 imun (Pudyoko, 2010:22).

## 3) Efek Neurologis

Setelah inhalasi akut paparan benzena pada manusia, menunjukkan gejala terhadap efek sistem saraf pusat. Gejala yang dapat terjadi pada tingkat konsentrasi antara 300-3000 ppm, diantaranya mengantuk, pusing, sakit kepala, vertigo, tremor, delirium, dan kehilangan kesadaran. Pada kondisi akut (5-10 menit) untuk konsentrasi benzena yang lebih tinggi (sekitar 20.000 ppm) dapat mengakibatkan kematian, terkait dengan terjadinya kemacetan pembuluh darah di otak. Pada paparan kronis benzena dilaporkan dapat mengakibatkan kelainan neurologis pada manusia. Sebuah studi pada 8 pasien (6 pasien dengan anemia aplastik dan 2 dengan preleukemia) akibat paparan adhesive/perekat dan

pemanfaatannya yang mengandung 9-88% benzena, menghasilkan 4 dari 6 pasien dengan anemia aplastik menunjukkan kelainan neurologis (atrofi global ekstermitas bawah dan neuropati distal ekstermitas atas). Temuan lain menyebutkan bahwa konsentrasi benzena di udara tempat kerja mencapai tingkat >210 ppm dapat menyebabkan efek toksik pada sistem saraf perifer yang melibatkan saraf dan atau sumsum tulang belakang (Salim, 2012:17).

#### 4) Efek terhadap Perubahan Kromosom

Telah terbukti bahwa terkait efek kromosomal akibat paparan benzena terhadap pekerja. Perubahan terjadi pada struktur dan jumlah kromosom, ini terjadi pada penelitian yang dilakukan oleh Huff *et al*, 1989, yang mengamati dengan konsisten terhadap limfosit dan sel-sel tulang sumsum pekerja yang terpajan benzena. Penelitian lain yang dilakukan oleh Forni *et al*, 1971, mengamati efek yang sama yakni pada limfosit pekerja di sebuah pabrik rotogravure, dimana telah terpajan benzena tingkat sangat tinggi yaitu 400-1700 mg/m<sup>3</sup> (125-532 ppm) selama 1-22 tahun (Salim, 2012:17).

#### 5) Efek Hematologi

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

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, hiperplasia dan hipoplasia pada tulang sumsum, hiperplasia 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 *benzena* berkisar antara 10 – 300 ppm dan di atasnya (Pudyoko, 2010:22).

#### 2.1.7 Faktor Risiko yang Mempengaruhi Paparan Benzena

Cepat lambatnya proses keracunan bahan kimia dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti faktor manusia, faktor-faktor yang berkaitan dengan pemajanan, faktor *toxic agent*, dan faktor lingkungan ditempat manusia itu bekerja. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi keadaan keterpaparan benzena meliputi:

##### a. Usia

Usia atau umur seseorang akan mempengaruhi daya tahan tubuh terhadap paparan zat toksik atau bahan kimia. Menurut ILO, tenaga kerja yang berumur kurang dari 18 tahun sebaiknya tidak bekerja di lingkungan yang terpapar benzena, sebab pada umur tersebut ketahanan sumsum tulang terhadap efek toksik benzena masih rendah. Semakin tua umur tenaga pekerja maka semakin tinggi risiko keracunan benzena.

##### b. Jenis Kelamin

Perbedaan jenis kelamin atau gender berpengaruh terhadap kerentanan toksisitas benzena. Dari banyak penelitian menunjukkan hasil konsisten bahwa peningkatan metabolisme dan *genotoxicity* terhadap jantan dibandingkan pada betina (ATSDR, 2007). Menurut ATSDR (2007:164) dibandingkan kinetika eliminasi benzena pada pria dan perempuan sama usia, laki-laki menunjukkan kinetika eliminasi yang kurang dibanding perempuan. Hal ini dikarenakan lemak dalam perempuan lebih banyak dibanding laki-laki. Sehingga jenis kelamin juga dapat mempengaruhi faktor paparan benzena. Laki-laki lebih rentan terhadap paparan benzena.

### c. Tingkat Pendidikan

Tingkat pendidikan akan mempengaruhi perilaku seseorang dalam bekerja. Misalnya perilaku kerja yang sesuai dengan ketentuan dan standar operasional prosedur (SOP) yang telah ditetapkan dan perilaku hidup sehat yang berkaitan dengan upaya atau kegiatan seseorang pekerja untuk mempertahankan dan meningkatkan kesehatannya. Pengetahuan yang diperoleh pekerja saat pendidikan formal akan memberikan pengaruh pada kemampuan adaptasi seseorang, kemudahan seseorang dalam menerima pesan yang disampaikan, sehingga akan berpengaruh terhadap sikap serta praktik dari seorang mekanik pada saat bekerja dan hal itu tentu akan mempengaruhi banyaknya paparan benzena yang diterima pekerja (Yuniati,2016:2).

### d. Riwayat Penyakit

Riwayat penyakit adalah sekelompok penyakit pada individu yang mempunyai riwayat kepekaan dalam diri dan keluarganya, sebagai contoh seperti asma bronkiale, dan dermatitis atopi..Riwayat penyakit menjadi salah satu faktor yang berisiko terhadap paparan benzena karenaakan berkaitan dengan sistem kekebalan tubuh dari seseorang pekerja yang berpengaruh terhadap besarnya paparan benzena yang masuk ke dalam tubuh. Sistem kekebalan tubuh atau imunitas adalah respon pada tubuh berupa urutan dari kejadian yang kompleks terhadap antigen untuk mengeliminasi antigen itu sendiri, dimana sepon imun ini melibatkan beberapa sel dan protein yang saling berinteraksi secara kompleks (Yuniati,2016:14).

Hasil dari penelitian tahun 2010 diperoleh bahwa orang yang mempunyai riwayat penyakit akan mudah mengalami dermatitis kontak iritan (DKI) akibat paparan benzena ditempat kerja dibanding dengan orang yang tidak mempunyai riwayat penyakit, dimana terdapat 41 orang yang menderita DKI, ada sebanyak 29 orang (41,4 %) memiliki latar belakang riwayat penyakit dan 12 orang (17,1 %) tidak memiliki latar belakang riwayat penyakit. Hasil penelitian tersebut juga menyatakan seseorang yang memiliki riwayat penyakit mempunyai peluang

terpapaj dan menderita sakit lebih besar 5,37 kali dibandingkan dengan seseorang yang tidak memiliki riwayat penyakit (Indriani, 2010:29).

#### e. Konsumsi Makanan dan Minuman

Seseorang yang mengkonsumsi makanan dan minuman yang terkontaminasi benzena dalam kadar tinggi dapat membuat iritasi saluran pencernaan dan menyebabkan muntah-muntah serta akan mempengaruhi sistem syaraf pusat yang akan menyebabkan tremor, tertekan atau depresi, kejang, pening, kehilangan keseimbangan dan kordinasi, mengganggu saluran pernafasan serta dapat mengganggu sistem kardiovaskuler yang membuat denyut nadi melemah ataupun sebaliknya (ATSDR, 2015).

Senyawa benzena pada tubuh dapat dilihat dari kadar fenol dalam urin dan fenol juga dapat berasal dari bahan makanan dan minuman yang dikonsumsi, adapun beberapa makanan dan minuman yang mengandung fenol diantaranya adalah:

- a) Buah-buahan : jeruk, anggur merah, anggur putih, apel, blueberry, ceri, pir, plum, tomat dan mete.
- b) Sayuran : brokoli, jamur kering, jagung, kembang kol, kubis putih, bawang putih, daun selada, cabe, asparagus, wortel.
- c) Tanaman : teh hijau, teh hitam dan sirih.

Ketika seseorang pekerja terpajan benzena melalui makanan dan minuman yang dikonsumsi maka sebagian besar benzena tersebut akan masuk ke dalam jaringan gastrointestinal yang selanjutnya akan masuk ke dalam jaringan darah. EPA (*Environmental Protection Agency*) memperkirakan bahwa konsentrasi benzena yang terdapat dalam air minum yang dikonsumsi adalah 10 ppb dan dikonsumsi 20 % dari makanan yang dimakan dapat menambahkan benzena di dalam tubuh (Yuniati, 2016:14).

#### f. Durasi Paparan

Durasi paparan merupakan lamanya seseorang terpajan benzena pada saat bekerja dalam satu tahun. Durasi paparan sangat mempengaruhi pengalaman kerja

dari seseorang karena durasi paparan ditentukan berdasarkan lama kerja dari seseorang dimulai dari pekerjaannya sekarang sampai dipekerjaan yang sebelumnya pernah ia tekuni, sehingga pengalaman kerja dari pekerja akan mempengaruhi besar kecilnya paparan benzena yang diterima pekerja tersebut (Susilowati, 2011:34).

#### g. Lama Paparan

Lama paparan adalah lamanya seseorang terpajan benzena di tempat kerja dalam hitungan jam per hari dan setiap pekerja memiliki lama paparan bahan kimia yang berbeda-beda sesuai dengan proses kerjanya. Lama paparan berkaitan dengan besarnya efek yang akan ditimbulkan karena lama paparan akan mempengaruhi jumlah konsentrasi benzena yang masuk ke dalam tubuh, dimana semakin lama dan sering seseorang terpapar dengan benzena semakin besar risiko dan efek kronis terhadap kesehatan yang ditimbulkan, tetapi hal tersebut lebih berlaku pada pekerja yang terpapar lama dibandingkan dengan pekerja yang terpapar secara simultan. Oleh karena itu OSHA menetapkan batas paparan 8 jam sehari / 40 jam dalam seminggu (Soeripto, 2008) .

#### h. Penggunaan APD

Penggunaan alat pelindung diri merupakan upaya dalam memproteksi diri dalam mencegah terjadinya kecelakaan akibat kerja maupun penyakit akibat kerja termasuk terjadinya keracunan benzena pada mekanik pada saat bekerja (Pudyoko, 2010). Alat pelindung diri memiliki fungsi untuk membatasi paparan benzena kedalam tubuh pekerja. Beberapa alat pelindung diri yang diperlukan dan seharusnya ada diperbengkelan seperti sarung tangan, masker, *safety shoes*, *googles* dan apron dan atau baju kerja.

#### i. Kebiasaan Cuci Tangan

Kebiasaan cuci tangan merupakan bagian dari menjaga kebersihan diri. Kebiasaan mencuci tangan sangat penting dilakukan karena tangan merupakan bagian dari tubuh yang paling sering berkontak langsung dengan bahan maupun

alat yang berbahaya dan yang paling sering digunakan untuk bekerja. Seorang mekanik dapat dipastikan terpapar dengan material atau bahan kimia yang digunakan saat bekerja. Keadaan kulit yang kotor dan adanya timbunan substansi dari bahan-bahan iritan dan alergen menjadi alasan utama dari pentingnya mencuci tangan pakai sabun, tetapi banyak dari mekanik yang mencuci tangannya tidak hanya dengan air dan sabun melainkan dengan bensin. Praktik cuci tangan seperti itu tidak dibenarkan dan justru akan menambahkan paparan benzena pada kulit pekerja (Soeripto, 2008).

#### j. Kebiasaan Merokok

Sumber paparan benzena dapat berasal dari asap rokok, pembakaran kendaraan bermotor, bengkel, dan emisi dari industri. Di alam jika ada senyawa yang kaya karbon yang mengalami pembakaran secara tidak sempurna akan menghasilkan benzena tetapi dalam jumlah kecil dan biasanya diperoleh dari letusan gunung berapi dan kebakaran hutan. Kejadian alam yang dialami kedua contoh ini juga menghasilkan salah satu komponen yang terkandung pada asap rokok. Kebiasaan merokok di kalangan mekanik sepeda motor dilakukan setiap hari dan sering ditemukan saat jam istirahat berlangsung (Pudyoko, 2010:17).

#### 2.1.8 Pencegahan dan Penanganan Paparan Benzena

Paparan benzena ke manusia dapat dikurangi menggunakan beberapa cara. Paparan benzena biasanya terjadi di lingkungan kerja sehingga cara mencegah paparan benzena dapat dilakukan dengan mengurangi dan menutup sumber paparan benzena, mengganti benzena dengan pelarut lainnya yang lebih aman dibanding benzena dan menggunakan alat pelindung diri selama bekerja.

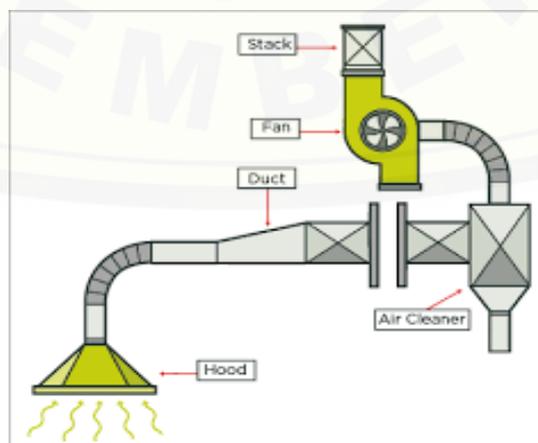
Cara lain untuk mengurangi paparan benzena adalah dengan menjauhi asap rokok, dan berhenti merokok apabila pekerja merupakan seorang perokok aktif. Hal ini diakibatkan karena asap rokok merupakan sumber paparan benzena. Selain itu membatasi uap bensin ketika mengisi bensin dan memilih tempat pengisian bahan bakar dengan sistem yang aman dimana dapat menjaga uap bensin yang

mengandung benzena agar tidak terlalu banyak keluar serta dengan menjauhi bensin kontak langsung dengan kulit.

Selain dari bensin, benzena juga terdapat di cat, lem dan bahan-bahan lainnya, sehingga untuk mengurangi paparan benzena dapat dilakukan dengan meminimalisasi atau menghindari paparan uap dari bahan-bahan tersebut dan meletakkan bahan-bahan tersebut pada ruangan yang memiliki ventilasi yang cukup besar. Akibat paparan benzena jangka pendek hingga paparan benzena dengan konsentrasi yang tinggi, disarankan untuk dapat berada sejauh mungkin dari sumber paparan, memindahkan pakaian yang masih terdapat benzena di dalamnya, mencuci area yang terpajan benzena dengan sabun dan air, dan mendapatkan pengobatan lebih cepat apabila terpajan benzena. Apabila telah terpajan benzena pada jangka waktu yang lama maka dapat dilakukan pemeriksaan metabolit benzena dalam darah atau pernapasan. Ketika mata seperti terbakar atau penglihatan tidak jelas setelah paparan benzena, maka hal pertama yang harus dilakukan adalah membasuh mata dengan air bersih sela 10 sampai 15 menit. Namun apabila lensa kontak yang terpajan benzena, cuci tangan sebelum mengambil lensa kontak tersebut dan jangan gunakan lensa kontak itu lagi. Selain itu apabila kacamata yang terkena benzena maka cuci kacamata itu dengan sabun dan air dan kacamata itu dapat digunakan lagi.

Cara pencegahan lainnya menurut siswanto (1994:99) antara lain:

- a. Ventilasi tempat kerja yang memadai dan bila mungkin pengendalian kadar uap benzena dilakukan dengan *down draft local exhaust ventilation*.



Gambar 2.1.8 *local exhaust ventilation*

- b. Melakukan pemantauan lingkungan kerja secara rutin
- c. Pemberlakuan shift kerja atau rotasi
- d. Pemakaian alat pelindung diri (Pakaian pelindung dari karet, *chemical cartridge/canister respirators* atau *airline respirator*, *chemical splash goggles*, *rubber boots dan gloves*. Menurut Siswanto (1994:99) cara penanganan keracunan akut benzena dapat dilakukan dengan:
  - a. Cucilah mata dengan air bersih yang mengalir
  - b. Cucilah bagian tubuh yang terkontaminasi dengan sabun dan air
  - c. Bila tertelan, lakukan cuci lambung (*gastric lavage*) dan kemudian dilanjutkan dengan pemberian obat pencahar
  - d. Pemberian pernafasan buatan dan oksigen bila diperlukan
  - e. Pemberian obat-obatan untuk merangsang pernafasan
  - f. Pengobatan simptomatik.

#### 2.1.9 Pengukuran dan Monitoring Benzena di Lingkungan

Terdapat beberapa metode pengukuran benzena termasuk benzena yang terdapat di udara lingkungan maupun benzena yang masuk ke dalam tubuh. OSHA merekomendasikan pengukuran pajanan benzena di udara tempat kerja dengan menggunakan tabung sorbent arang teraktivasi, dilakukan desorpsi dengan karbon disulfide (CS<sub>2</sub>), kemudian dianalisa dengan gas kromatografi menggunakan detektor ionisasi sinar, *Flame Ionization Detector* (FID). Sedangkan NIOSH merekomendasikan pengumpulan melalui kantung udara, kemudian analisis dengan kromatografi gas portabel menggunakan detektor fotoionisasi. Untuk metode penentuan benzena di udara didapat dari metode NIOSH 1501.

Metode yang tersedia untuk penentuan benzena di udara, sedimen air, tanah, makanan, asap rokok, dan minyak bumi dan produk minyak bumi sebagian besar melibatkan pemisahan dengan *Gas Chromatography* (GC) yang dideteksi melalui *Flame Ionization* nyala (FID) atau *Photoionization* (PID) atau dengan *Mass Spectrometry* (MS). Pengukuran benzena di udara (ambien dan tempat kerja) biasanya melibatkan langkah prekonsentrasi dimana sampel dilewatkan melalui

sebuah penyerap padat. Umumnya adsorben yang digunakan adalah resin TenaxR, silica gel, dan karbon aktif. Prekonsentrasi benzena juga bisa dilakukan dengan perangkat kriogenik langsung pada kolom.

Teknik GC/FID atau GC/PID memiliki batas deteksi yang rendah, dari konsentrasi rendah dalam satuan ppb ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sampai konsentrasi rendah dalam satuan ppt ( $\text{Ng}/\text{m}^3$ ). Sedangkan metode GC/MS memiliki batas deteksi konsentrasi yang rendah dalam satuan ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Meskipun GC/FID dan GC/PID memberikan sensitivitas lebih besar dari GC/MS, namun teknik GC/MS umumnya dianggap lebih handal untuk pengukuran benzena pada sampel yang mengandung beberapa komponen yang memiliki karakteristik yang serupa. *Atomic Line Molecular Spectrometry (ALMS)* telah dikembangkan untuk memantau benzena dan senyawa organik lainnya pada udara ambien. Batas deteksi adalah  $800 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (250 ppb).

Benzena di tempat kerja dapat diukur dengan instrumen portabel yang dapat langsung dibaca. *Real-time Continuous Monitoring Systems dan Passive Dosimeters* memiliki kepekaan jangkauan dalam ppm ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ). Di Amerika Serikat, prosedur penggunaan *Charcoal* yang diikuti dengan analisis GC/MS adalah prosedur yang sensitif yang menjadi pilihan untuk pengukuran benzena di udara. Benzena dalam media air, tanah, endapan, dan makanan diisolasi melalui metode *Purge and Trap*, yang kemudian dianalisis dengan metode GC/MS, GC/FID atau GC/PID. Gas inert seperti nitrogen digunakan untuk membersihkan sampel, benzena terjebak pada zat pengabsorpsi seperti TenaxR atau arang aktif, kemudian diikuti oleh desorpsi termal. Sensitivitas dari metode ini dapat mendeteksi pada konsentrasi rendah dalam satuan mg/liter (IPCS EHC 150, 1993). Metode lain juga tersedia untuk mendeteksi benzena di media lingkungan lain seperti asap rokok, bensin, dan bahan bakar jet serta asapnya. Pemisahan dan pendeteksian dengan teknik *HPLC/UV, GC/FID, dan GC/MS* telah digunakan untuk analisis ini. Sensitivitas dan kehandalan metode ini tidak dapat dibandingkan karena kurangnya data (ATSDR, 2007).

#### 2.1.10 Alat Pelindung Diri

Alat Pelindung Diri atau disingkat APD adalah suatu alat yang mempunyai kemampuan untuk melindungi seseorang yang fungsinya mengisolasi sebagian atau seluruh tubuh dari potensi bahaya di tempat kerja. APD yang harus ada di tempat kerja untuk melindungi pekerja adalah alat pelindung kepala, pelindung mata dan muka, pelindung telinga, pelindung pernapasan beserta kelengkapannya, pelindung tangan dan pelindung kaki (Permenakertrans No. 08, 2010). Menurut OSHA (2003) alat pelindung diri atau APD seperti sarung tangan, pelindung mata dan kaki, alat-alat pelindung pendengaran, topi keras, respirator, dan baju pelindung seluruh tubuh digunakan untuk meminimalisasi berbagai macam pajanan bahaya di tempat kerja. Penggunaan APD dalam upaya pencegahan dan pengendalian penyakit dan cedera akibat kerja merupakan pilihan terakhir apabila pengendalian secara teknis (*engineering control*) dan administrasi (*administrative control*) telah dilakukan namun belum dapat maksimal atau memadai dalam meminimalisasi risiko. Pemakaian alat pelindung diri harus disesuaikan dengan lingkungan kerja agar memberikan perlindungan yang efektif dan tidak mengganggu pekerjaan. Menurut OSHA, pemilihan alat pelindung diri, semua pakaian APD dan peralatan harus aman, disain konstruksi, fashionable, serta harus dipelihara di tempat yang bersih.

Alat pelindung pernapasan berfungsi untuk memberikan perlindungan terhadap sumber-sumber bahaya di udara tempat kerja, seperti kekurangan oksigen, pencemaran oleh partikel, dan pencemaran oleh gas atau uap. Ada tiga jenis alat pelindung diri pernapasan, terdiri dari respirator yang bersifat memurnikan udara, respirator yang dihubungkan dengan suplai udara bersih, dan respirator pemasok oksigen. Sebelum memilih alat pelindung pernapasan yang sesuai, ada beberapa faktor yang harus dipertimbangkan:

- a. Sifat bahaya (partikulat, gas, uap, dan lain-lain)
- b. Cukup tanda-tanda adanya zat tercemar
- c. Kadar zat pencemar
- d. Kegawatan bahaya (akibat bila alat pernapasan tidak berfungsi)
- e. Lamanya (panjangnya waktu dalam lingkungan yang tercemar)

- f. Lokasi (sehubungan dengan sumber udara segar)
  - g. Jalan (ke dan dari tempat yang tercemar)
  - h. Aktivitas pemakai yang diperkirakan (kekuatan fisiknya)
  - i. Mobilitas pemakai
  - j. Pasnya pada muka dan kenyamanan
- (Nedved, Milos, 1991)

Untuk pajanan inhalasi benzena dengan konsentrasi kurang atau sama dengan 10 ppm, 50 ppm, dan 100 ppm tipe masker pelindung pernapasan yang digunakan berturut-turut adalah *half mask respirator with organic vapor cartridge*, *full faceplace with organic vapor cartridge*, dan *full faceplace powered with organic vapor cartridge* (Gunawan, 2000, dalam Zuliawan, 2010).

#### 2.1.11 Biomarker

Biomarker didefinisikan sebagai penanda indikator suatu peristiwa dalam sistem biologi atau sampel. Biomarker telah diklasifikasikan sebagai penanda pajanan, penanda efek, dan tanda kerentanan (ATSDR, 2007). WHO (1996) menyebutkan bahwa, biomarker yang dapat dijadikan indikator pajanan benzena yaitu benzena dalam darah, benzena dalam urin, benzena dalam udara pernapasan, *phenol* dalam urin, *catechol* dalam urin, *hydroquinon* dalam urin, *1,2,4 trihydroxibenzena* dalam urin, *phenylmercapturic acid* dalam urin, dan asam *trans,trans-muconic* dalam urin.

Pengukuran fenol dalam urin telah digunakan untuk pemantauan pajanan benzena (OSHA, 1987), dan tingkat fenol dalam urin tampaknya berkorelasi dengan tingkat pajanan. Efek pajanan cenderung signifikan untuk asam *trans,trans-muconic* dalam urin dan kadar asam *phenylmercapturic* pada subyek di suatu tempat kerja yang terpajan pada tingkat paparan < 1 ppm (Qu et al, 2005 dalam ATSDR, 2007). *American of Governmental Industrial Hygiens* (ACGIH) telah menetapkan 25 µg *phenylmercapturic acid*/g kreatinin dalam urin dan 500 µg *trans,trans-muconic acid*/g kreatinin dalam urin sebagai Biological Exposure Indices (BEIs) untuk pajanan benzena di tempat kerja (ACGIH, 2006 dalam ATSDR, 2007).

BEI yang utama indeks pajanan dan bukan level dimana efek kesehatan yang mungkin terjadi dari pajanan benzena. Korelasi positif dibuat antara tingkat udara benzena di tempat kerja dengan *catechol* dalam urin dan *hydroquinone* pada pekerja terpajan (Inoue *et al*, 1988a, 1988b; Rothman *et al*, 1998 dalam ATSDR, 2007). Asam muconic dalam urin berkorelasi terbaik dengan konsentrasi benzena di lingkungan. Tingkat biomarker *hydroquinone* dalam urin yang paling akurat dari pajanan untuk metabolit fenolik benzena, diikuti oleh *phenol* dan *catechol* (Ong *et al*, 1995 dalam ATSDR, 2007).

## 2.2 Leukosit

Leukosit merupakan sel darah yang diproduksi oleh jaringan hematopoietik yang berfungsi membantu tubuh untuk melawan berbagai penyakit infeksi sebagai bagian dari sistem kekebalan tubuh. Imunitas mengacu pada kemampuan tubuh untuk menahan atau mengeliminasi sel abnormal atau benda asing yang berpotensi menimbulkan gangguan bagi tubuh. Fungsi dari leukosit dan turunannya adalah sebagai berikut :

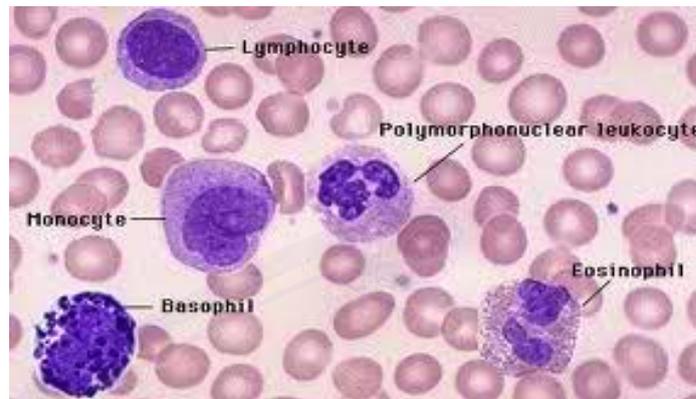
- a. Menahan invasi patogen, yaitu mikroorganisme penyebab penyakit; misalnya bakteri dan virus melalui proses fagositosis.
- b. Mengidentifikasi dan menghancurkan sel-sel kanker yang muncul di dalam tubuh.
- c. Membersihkan sampah tubuh dengan cara memfagositosis debris dari sel yang mati; misalnya dalam proses penyembuhan luka dan perbaikan jaringan.

Berbeda dengan eritrosit, pada leukosit tidak terdapat hemoglobin, sehingga leukosit tidak berwarna (putih) kecuali apabila diwarnai secara khusus agar dapat terlihat di bawah mikroskop. Eritrosit umumnya memiliki struktur yang uniform, berfungsi secara identik dan jumlahnya konstan. Hal ini berbeda dengan leukosit yang bervariasi dalam struktur, serta fungsi dan jumlahnya (Pudyoko, 2011). Leukosit bentuknya lebih besar dibanding dengan eritrosit tetapi jumlah lebih sedikit. Dalam setiap milimeter kubik terdapat 6000 sampai 10000 (rata-rata 8000) leukosit. Terdapat lima jenis leukosit yang bersirkulasi, yakni: neutrofil,

eosinofil, basofil, monosit, dan limfosit, dimana masing-masing memiliki struktur dan fungsi yang khas dengan ukuran yang sedikit lebih besar dari pada eritrosit. Neutrofil, eosinofil dan basofil dikategorikan sebagai granulosit (sel yang mengandung granula) polimorfonukleus (banyak bentuk nukleus). Nukleus dari sel-sel ini terbentuk menjadi beberapa lobus dengan bentuk yang bervariasi serta memiliki sitoplasma yang mengandung banyak granula yang terbungkus dalam membran.

Granulosit merupakan sel yang sitoplasmanya mengandung granula dengan komposisi kimia dan enzim yang bervariasi serta memiliki ukuran berkisar dari 10 sampai 14  $\mu\text{m}$ . Eosinofil merupakan granulosit dengan inti yang terbagi menjadi 2 lobus dan sitoplasmanya bergranula kasar, berwarna merah tua oleh zat warna yang bereaksi asam. Dalam keadaan normal jumlah eosinofil adalah 2-3% dari seluruh jumlah sel darah putih yang terdapat di dalam darah. Basofil merupakan jenis leukosit darah yang jumlahnya paling sedikit. Neutrofil disebut juga sebagai leukosit polimorfonuklear (PMN), sel ini berdiameter antara 12-15  $\mu\text{m}$ , memiliki inti yang khas padat yang terdiri atas sitoplasma diantara 2 dan 5 lobus dengan struktur tidak teratur dan banyak mengandung granula (Ramon, 2007). Granulosit sendiri terbagi menjadi tiga bagian berdasarkan sifat afinitasnya terhadap zat warna; eosinofil memiliki afinitas terhadap zat warna merah eosin, basofil cenderung menyerap zat warna biru (basa) dan neutrofil bersifat netral, tidak ada kecenderungan berikatan dengan zat warna. Monosit dan limfosit dikenal sebagai agranulosit (sel yang tidak memiliki granula) mononukleus (satu nukleus). Monosit dan limfosit memiliki sebuah nukleus besar yang tidak bersegmen (Pudyoko, 2010).

Monosit merupakan 5-8% jumlah leukosit di dalam darah, monosit berukuran besar yaitu 16-20  $\mu\text{m}$ , kromatin inti jelas, inti memanjang berlekuk atau terlipat dan sitoplasmanya banyak, monosit juga berwarna keabu-abuan dan tembus pandang. Limfosit merupakan leukosit mononuklear dalam darah perifer. Limfosit memiliki inti bulat atau oval yang dikelilingi oleh pinggiran sitoplasma sempit berwarna biru dan mengandung sedikit granula.



Gambar 2.2 Leukosit  
(Sumber:Jorrun, 2007 dalam Sipayung, 2015)

### 2.2.1 Fungsi Leukosit

Fungsi leukosit yaitu:

#### a. Fungsi Defensif

Leukosit berfungsi untuk mempertahankan tubuh terhadap benda-benda asing termasuk kuman-kuman penyebab penyakit infeksi. Leukosit yang berperan dalam fungsi ini adalah Monosit, yang memakan benda-benda asing berukuran besar (makrofag). Neutrofil yang memakan benda-benda asing berukuran kecil (mikrofag) dan limfosit yang membentuk antibodi dan sel plasma.

#### b. Fungsi Reparatif

Leukosit berfungsi untuk memperbaiki atau mencegah terjadinya kerusakan terutama kerusakan vaskuler. Jenis leukosit yang berperan dalam fungsi ini adalah basofil sebagai heparin, dimana heparin dapat mencegah terbentuknya trombus-trombus pada pembuluh darah.

### 2.2.2 Jenis Leukosit

Terdapat lima jenis leukosit antara lain:

#### a. Neutrofil

Neutrofil merupakan unit dari leukosit yang khusus sebagai fagositik. Sel-sel ini merupakan sel pertahanan pertama apabila terjadi invasi bakteri dan sangat penting dalam respon peradangan. Peningkatan jumlah neutrofil di dalam darah

biasanya terjadi pada invasi bakteri akut. Hitung jenis sel dalam penentuan proporsi setiap jenis leukosit yang ada sangat bermanfaat untuk membuat perkiraan yang cukup akurat untuk mengetahui terjadinya infeksi atau tidak.

b. Eosinofil

Peningkatan eosinofil dalam sirkulasi darah (eosinofilia) biasanya dikaitkan dengan keadaan-keadaan alergi dan adanya parasit internal. Untuk membunuh parasit dalam tubuh; misalnya cacing, eosinofil tidak dapat memakan langsung cacing parasit yang berukuran lebih besar, melainkan dengan cara melekatnya sel-sel tersebut ke tubuh parasit dan mengeluarkan bahan-bahan yang dapat mematikan parasit tersebut.

c. Basofil

Basofil merupakan jenis leukosit yang paling sedikit jumlahnya dan kurang diketahui sifat-sifatnya. Secara struktural dan fungsional sel-sel ini mirip dengan sel mast, dimana sel-sel tersebut tidak pernah beredar dalam darah melainkan lebih banyak tersebar dalam jaringan ikat di seluruh tubuh. Sel basofil dan sel mast sendiri dapat membentuk dan menyimpan histamin serta heparin, yaitu merupakan zat-zat kimia kuat yang dapat dikeluarkan apabila mendapat stimulus yang sesuai. Biasanya pengeluaran histamin penting dalam reaksi alergi, sedangkan heparin untuk mempercepat pembersihan partikel-partikel lemah dari darah.

d. Monosit

Monosit sama seperti neutrofil, monosit juga diarahkan sebagai fagositik. Sel monosit keluar dari sumsum tulang dan beredar dalam aliran darah selama satu atau dua hari sebelum akhirnya menetap di berbagai jaringan di seluruh tubuh. Ketika sudah berada ditempat yang baru, sel monosit akan terus berkembang dan membesar, dan menjadi fagosit jaringan besar yang dikenal sebagai makrofag.

#### e. Limfosit

Limfosit terdapat dua jenis limfosit yaitu: limfosit B dan limfosit T. Limfosit B menghasilkan antibodi yang beredar di dalam darah. Antibodi yang dihasilkan oleh limfosit B akan berikatan dengan antigen (benda asing) dan memberi tanda untuk destruksi (melalui fagosit atau cara lain), misalnya bakteri akan menginduksi pembentukan antibodi. Limfosit T tidak menghasilkan antibodi, melainkan sel-sel ini secara langsung akan menghancurkan sel sasaran secara spesifik yang dikenal sebagai respon imun seluler. Limfosit T akan menyerang sel-sel tubuh yang telah dimasuki oleh virus dan sel kanker. Rentang usia dari sel limfosit berkisar antara 100 sampai 300 hari. Selama periode ini sebagian besar dari sel ini beredar diantara jaringan limfoid, limfe dan darah, dengan menghabiskan waktu hanya beberapa jam saja di dalam darah (Pudyoko, 2010).

#### 2.2.3 Implikasi Klinik

- a. Nilai krisis leukositosis: 30.000/mm<sup>3</sup>. Leukositosis hingga 50.000/mm<sup>3</sup> mengindikasikan gangguan di luar sumsum tulang (*bone marrow*). Nilai leukosit yang sangat tinggi (di atas 20.000/mm<sup>3</sup>) dapat disebabkan oleh leukemia. Penderita kanker post-operasi (setelah menjalani operasi) menunjukkan pula peningkatan leukosit walaupun tidak dapat dikatakan infeksi.
- b. Biasanya terjadi akibat peningkatan 1 tipe saja (neutrofil). Bila tidak ditemukan anemia dapat digunakan untuk membedakan antara infeksi dengan leukemia.
- c. Waspada terhadap kemungkinan leukositosis akibat pemberian obat.
- d. Perdarahan, trauma, obat (misalnya: merkuri, epinefrin, kortikosteroid), nekrosis, toksin, leukemia dan keganasan adalah penyebab lain leukositosis.
- e. Makanan, olahraga, emosi, menstruasi, stres, mandi air dingin dapat meningkatkan jumlah sel darah putih
- f. Leukopenia, adalah penurunan jumlah leukosit <4300/mm<sup>3</sup>. Penyebab Leukopenia antara lain:
  - 1) Infeksi virus, hiperplenism, leukemia.
  - 2) Obat (antimetabolit, antibiotik, antikonvulsan, kemoterapi)

- 3) Anemia aplastik
- 4) Multiple myeloma
- g. Prosedur pewarnaan: Reaksi netral untuk netrofil; Pewarnaan asam untuk eosinofil; Pewarnaan basa untuk basofil
- h. Konsentrasi leukosit mengikuti ritme harian, pada pagi hari jumlahnya sedikit, jumlah tertinggi adalah pada sore hari
- i. Umur, konsentrasi leukosit normal pada bayi adalah (6 bulan-1 tahun) 10.000-20.000/mm<sup>3</sup> dan terus meningkat sampai umur 21 tahun
- j. Manajemen neutropenia disesuaikan dengan penyebab rendahnya nilai leukosit

Tabel 2.5 Sel Darah Putih Differensial Nilai Normal

Sel Darah Putih Differensial Nilai Normal :

	<b>Neutrofil-Segment</b>	<b>Neutrofil-Bands</b>	<b>Eosinofil</b>	<b>Basofil</b>	<b>Limfosit</b>	<b>Monosit</b>
Persentase %	36-73	0-12	0-6	0-2	15-45	0-10
Jumlah absolute (/mm <sup>3</sup> )	1.260-73.300	0-1440	0-500	0-150	800-40.000	100-800

Deskripsi:

- a. Neutrofil melawan infeksi bakteri dan gangguan radang
- b. Eosinofil melawan gangguan alergi dan infeksi parasit
- c. Basofil melawan diskrasia darah dan penyakit myeloproliferatif
- d. Limfosit melawan infeksi virus dan infeksi bakteri
- e. Monosit melawan infeksi yang hebat

(Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2011)

#### 2.2.4 Faktor yang Mempengaruhi Jumlah Leukosit

##### a. Faktor Genetik

Insiden penderita leukimia mempunyai resiko lebih tinggi dari saudara kandung yang terserang, dengan insiden yang meningkat sampai 20% pada kembar monozigot. Kelainan pada kromosom pada menyebabkan perubahan pada jumlah leukosit pada manusia. Pada Leukemia Mielositik Kronik terdapat

kelainana kromosom yang disebut kromosom *philadelphia*. Pada kelainan genetik, mutasi genetik dari gen yang mengatur sel darah yang tidak diturunkan sehingga dapat mempengaruhi jumlah leukosit.

b. Usia

Konsentrasi leukosit normal pada bayi adalah (6 bulan-1 tahun) 10.000-20.000/mm<sup>3</sup> dan terus meningkat sampai umur 21 tahun. Pada anak-anak berusia 2-5 tahun lebih sering terjadi peningkatan jumlah leukosit. Pada usia semakin dewasa yaitu usia 21 tahun maka terjadi peningkatan jumlah leukosit.

c. Jenis Kelamin

Pada jenis kelamin laki-laki lebih banyak menderita penyakit leukimia dibandingkan dengan yang berjenis kelamin perempuan. Laki-laki berisiko 3 kali terjadi peningkatan jumlah leukosit dari pada perempuan (Bustan, 2007).

d. Radiasi

Peningkatan jumlah leukosit dapat terjadi pada penderita kanker yang sedang mengalami masa pengobatan dengan menggunakan radiasi atau kemoterapi. Kemoterapi dapat mengenai sumsum tulang belakang, dimana sumsum tulang belakang merupakan organ membentuk sel darah. Sehingga radiasi dari kemoterapi tersebut dapat meningkatkan jumlah leukosit (Dorak et al, 2006).

e. Zat Kimia

Zat kimia seperti benzena, arsen, kloramfenikol, fenilbutazone, dan agen anti neoplastik dapat masuk kedalam tubuh manusia. Terpapar zat kimia dapat menyebabkan displasia sumsum tulang belakang, anemia aplastik dan perubahan kromosom yang akhirnya dapat meningkatkan jumlah leukosit.

f. Riwayat Penyakit dan Konsumsi Obat

Pada penderita riwayat penyakit antara lain hiperplenism, leukemia, anemia aplastik, multiple myeloma memiliki potensi lebih besar mengalami penurunan jumlah leukosit. Namun apabila mengalami luka seperti luka luar atau setelah

menjalani operasi, pendarahan, trauma, nekrosis maka dapat menyebabkan terjadi peningkatan jumlah leukosit. Mengonsumsi obat-obatan seperti anti metabolit, antibiotik, antikonvulsan dapat menurunkan jumlah leukosit (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2011)

### **2.3 Hubungan Benzena dengan Leukosit**

Paparan benzena yang berulang untuk waktu yang lama (kronis) dapat mempengaruhi beberapa parameter yang terkait dengan sistem hematopoietik. Sistem hematopoietik dan sel-sel dari sumsum tulang merupakan target organ yang paling sensitif untuk paparan benzena. Paparan benzena di lingkungan kerja dapat menyebabkan depresi sumsum tulang yang dinyatakan sebagai anemia, leukopenia atau trombositopenia, dapat juga menyebabkan penurunan sistem kekebalan tubuh (Pudyoko, 2010).

Pada penelitian terdahulu telah ditemukan penurunan leukosit (sel darah putih) dan trombosit yang signifikan pada pekerja yang terpapar dengan benzena di lingkungan kerja dengan konsentrasi benzena dibawah 1 ppm. Hingga saat ini belum ada ketentuan yang menyebutkan mengenai nilai ambang batas yang aman terhadap konsentrasi benzena di udara yang tidak menyebabkan hematotoksik pada manusia (Jorrun, 2007 dalam Sipayung, 2015). Model Travis menunjukkan simulasi berupa absorpsi dan disposisi benzena di dalam tubuh manusia, dimana jaringan yang tercakup adalah darah, sumsum tulang. Model ini mensimulasikan kapasitas eliminasi metabolik benzena sebagai fungsi konsentrasi benzena di dalam sumsum tulang dan hati.

Paparan kronis terhadap benzena dengan konsentrasi 10 ppm atau lebih di udara akan menghasilkan terjadinya efek buruk terhadap sistem hematopoietik (Pudyoko, 2011). Pada penelitian terdahulu telah dilakukan observasi pada hewan yang mendukung adanya temuan yang signifikan pada manusia, yaitu observasi pada hewan yang dipapari benzena dengan konsentrasi berkisar antara 10-300 ppm dan di atasnya. Hasilnya menunjukkan terjadinya penurunan jumlah dari tiga komponen besar darah yaitu sel darah putih, sel darah merah dan platelet dan juga bukti yang lain menunjukkan adanya efek buruk terhadap komposisi unit darah

yaitu penurunan jaringan sel sumsum tulang (Pudyoko, 2011). Gejala efek hematologis yang dibagi atas tiga golongan yakni sebagai berikut :

a. Fase pertama (tingkatan awal)

Pada fase ini terjadi gangguan pembekuan darah yang disebabkan oleh terjadinya perubahan fungsi, morfologi dan jumlah trombosit, juga dapat menurunkan pembentukan semua komponen darah. Kondisi ini dapat sembuh sempurna (reversibel) jika terdiagnosis lebih awal dan segera diobati.

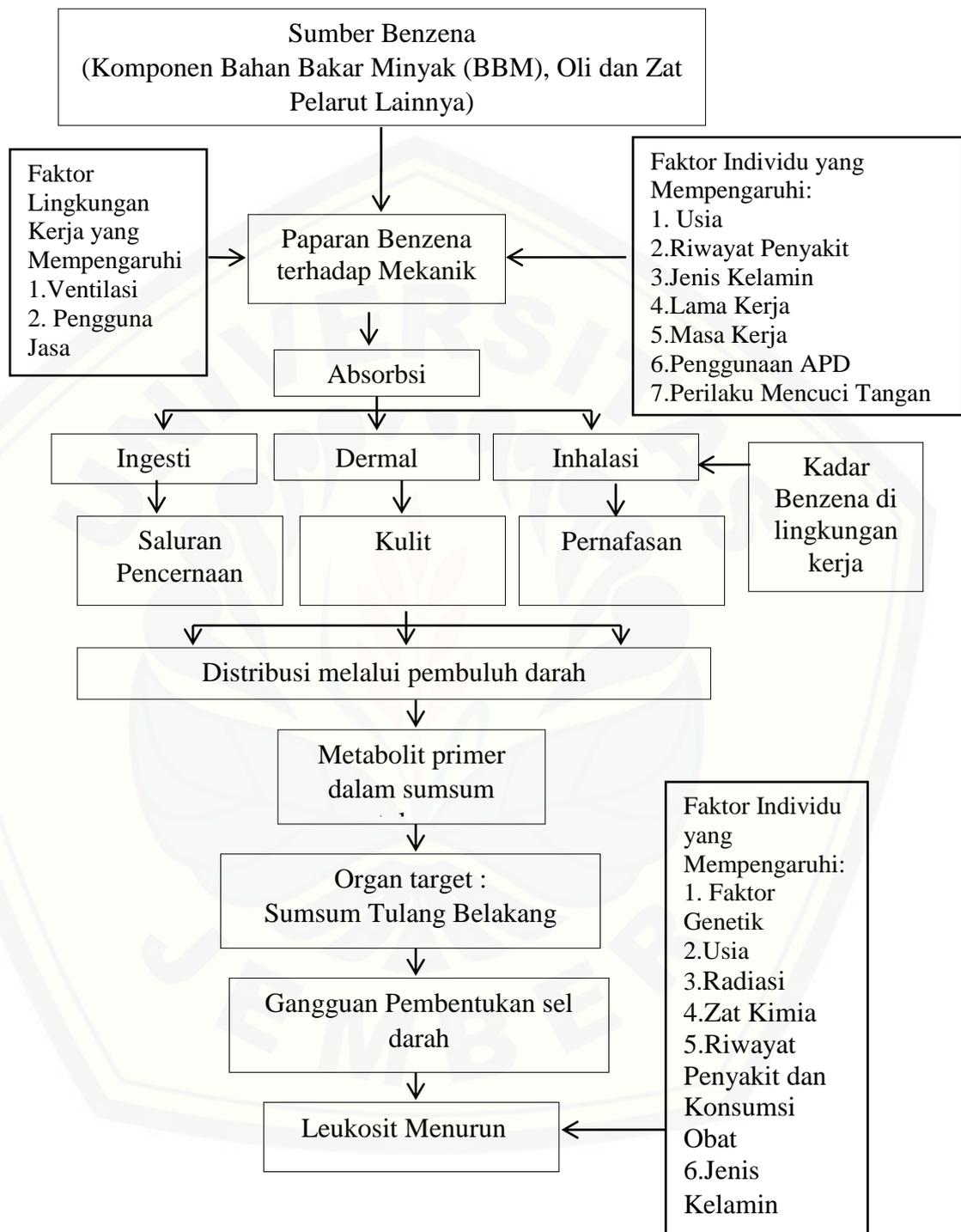
b. Fase kedua (tingkatan lebih lanjut)

Pada fase ini terjadi hiperplastik yang kemudian diikuti dengan hipoplastik pada sumsum tulang, metabolisme besi terganggu, terjadi perdarahan sistemik. Untuk kondisi ini paparan lebih lanjut harus dihindari, dan diagnosis serta pengobatan harus cepat dan tepat. Dalam pemeriksaan jumlah eritrosit biasanya kurang dari 3,5 juta, leukosit kurang dari 4.500. Bila tidak segera ditangani dapat berlanjut ke fase ketiga.

c. Fase ketiga

Pada fase ini terjadi aplasi sumsum tulang yang progresif. Hal ini diakibatkan oleh adanya penekanan regenerasi (depresi) sumsum tulang dengan adanya kerusakan sel darah tepi, yang akhirnya akan mengakibatkan kelambatan daya regenerasi.

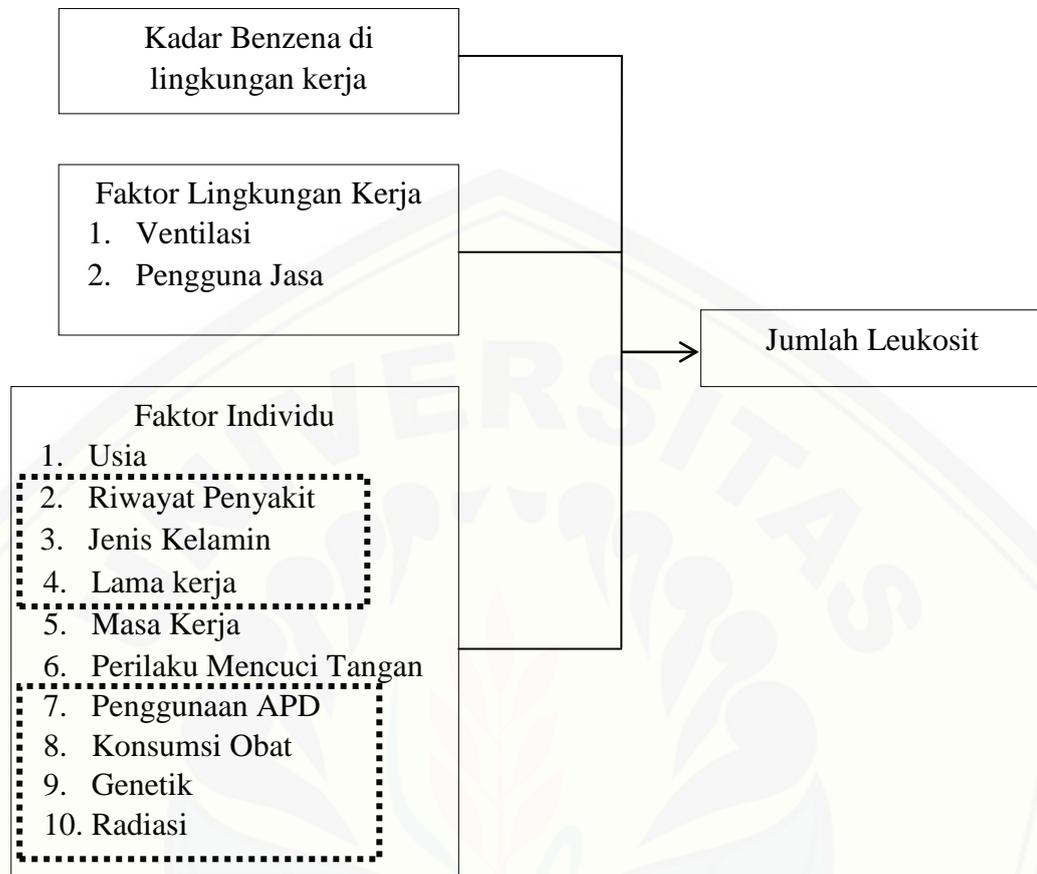
### 2.3 Kerangka Teori



Gambar 2.3 Kerangka Teori

Kerangka teori bersumber dari ATSDR 2007, Pudyoko 2010, Siswanto 1994, dan Marlina 2015, Yuniati 2016

## 2.4 Kerangka Konsep



Gambar 2.4 Kerangka Konseptual

Pada Gambar 2.4 Kerangka Konseptual dijelaskan bahwa terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi jumlah leukosit, diantaranya yaitu faktor individu dan faktor lingkungan kerja. Faktor individu meliputi usia, riwayat penyakit, jenis kelamin, lama kerja, masa kerja, perilaku mencuci tangan, penggunaan APD (Alat Pelindung Diri), konsumsi obat, genetik, dan radiasi. Faktor lingkungan kerja meliputi ventilasi dan pengguna jasa. Peneliti meneliti faktor-faktor yang ada di dalam kotak dan bergaris lurus, sedangkan

yang tidak diteliti berada didalam garis putus-putus. Variabel konsumsi obat tidak diteliti karena variabel tersebut merupakan variabel perancu yang bukan termasuk faktor langsung. Variabel jenis kelamin tidak diteliti karena semua sampel yang akan diteliti berjenis kelamin laki-laki. Variabel penggunaan alat pelindung diri tidak diteliti dikarenakan semua mekanik menggunakan alat pelindung diri yang sama. Variabel lama kerja tidak diteliti dikarenakan semua mekanik memiliki lama kerja yang sama. Pada kerangka konseptual, variabel-variabel tersebut akan dianalisis sesuai dengan tujuan peneliti, sehingga dari penelitian tersebut akan didapatkan hasil yang dapat menunjukkan adanya hubungan antara faktor individu, faktor lingkungan kerja dan kadar benzena di lingkungan kerja terhadap jumlah leukosit pada mekanik AHASS di Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember.

## 2.5 Hipotesis

Berdasarkan tujuan khusus penelitian, maka dapat dirumuskan hipotesis penelitian sebagai berikut :

- a. Ada hubungan faktor individu (usia, masa kerja, dan perilaku mencuci tangan) dengan jumlah leukosit pada mekanik bengkel AHASS di Kecamatan Sumbersari dan Patrang Kabupaten Jember.
- b. Ada hubungan faktor lingkungan kerja (ventilasi dan jumlah pengguna jasa) dengan jumlah leukosit pada mekanik bengkel AHASS di Kecamatan Sumbersari dan Patrang Kabupaten Jember.
- c. Ada hubungan kadar benzena di lingkungan kerja dengan jumlah leukosit pada mekanik bengkel AHASS di Kecamatan Sumbersari dan Patrang Kabupaten Jember.

## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuantitatif. Metode penelitian observasional analitik adalah survei atau penelitian yang mencoba menggali bagaimana dan mengapa fenomena kesehatan itu terjadi. Kemudian melakukan analisis dinamika korelasi antara fenomena atau antara faktor resiko yang mengakibatkan terjadinya efek (pengaruh) (Notoatmodjo, 2012). Berdasarkan waktu penelitian, penelitian ini menggunakan studi *cross-sectional*. Rancangan survei *cross-sectional* ialah suatu penelitian untuk mempelajari dinamika korelasi antara faktor-faktor risiko dan efek, dengan cara pendekatan, observasi atau pengumpulan data sekaligus pada suatu saat (*point time approach*) (Notoatmodjo, 2012:37). Penelitian ini menggunakan kuesioner melalui observasi, wawancara dan pemeriksaan laboratorium tanpa melakukan intervensi atau perlakuan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui hubungan antara kadar benzena di lingkungan kerja terhadap jumlah leukosit pada mekanik bengkel AHASS di Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember.

### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

#### 3.2.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di bengkel AHASS di Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember yaitu di bengkel Gono Motor I, bengkel MPM Motor, bengkel Karunia Sejahtera Motor, bengkel Reyr Raff Motor dan bengkel Tjian Motor.

#### 3.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2017 sampai Desember 2017. Kegiatan ini dimulai dengan persiapan penelitian yaitu penyusunan proposal, seminar

proposal, pelaksanaan kegiatan penelitian, analisis hasil penelitian, penyusunan laporan sampai hasil dapat diseminarkan.

### 3.3 Populasi dan Sampel Penelitian

#### 3.3.1 Populasi Penelitian

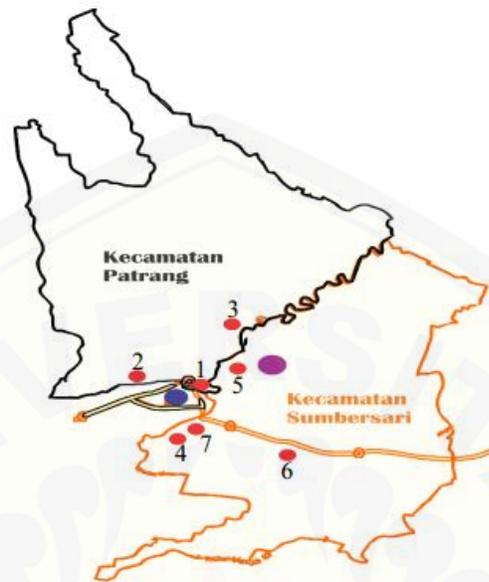
Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas obyek atau subyek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk mempelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2012:80). Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh mekanik bengkel AHASS Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember.

Berikut ini tabel jumlah pekerja di bengkel AHASS Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember yang diteliti:

Tabel 3.1 Jumlah Mekanik Tiap Bengkel AHASS di Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember

No	Bengkel	Jumlah Populasi	Kecamatan
1.	Bengkel AHASS Gono Motor I	10	Patrang
2.	Bengkel AHASS Karunia Sejahtera Motor	5	Patrang
3.	Bengkel AHASS MPM Motor	5	Sumbersari
4.	Bengkel AHASS Reyr Raff Motor	7	Sumbersari
5.	Bengkel AHASS Tjan Motor	5	Sumbersari
Total		33	

(Sumber: Astra-Honda.com)



Gambar 3.1 Peta Lokasi Bengkel AHASS

Keterangan:

- : Bengkel Ahas Gono Motor I (1), Bengkel AHASS Karunia Sejahtera Motor (3), Bengkel AHASS MPM Motor (4), Bengkel AHASS Reyraff (5), Bengkel AHASS Tjan (6)
- : Alun-alun
- : Universitas Jember

### 3.3.2 Sampel Penelitian

Sampel penelitian adalah obyek yang diteliti dan dianggap mewakili seluruh populasi (Notoatmodjo, 2012:115). Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan rumus *minimal sample size* dari Lameshow (Eriyanto, 2007:296).

Adapun kriteria inklusi sampel dalam penelitian ini adalah:

- a. Tercatat telah bekerja sebagai mekanik di bengkel AHASS kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember minimal selama satu tahun.

- b. Merupakan pekerja yang bekerja sebagai mekanik di bengkel AHASS kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember sampai tahun 2017.
- c. Berkenan untuk dijadikan sampel dalam penelitian ini.

Sampel Mekanik Bengkel

$$n = \frac{Z^2 N \cdot p \cdot q}{d^2 (N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Keterangan:

- n : Besar sampel minimal  
 N : Jumlah populasi  
 Z : Standar deviasi normal  
 d : Derajat ketepatan yang digunakan  
 p : Proporsi target populasi adalah 0,5  
 q : Proporsi target atribut 1-p = 0,5

$$n = \frac{Z^2 N \cdot p \cdot q}{d^2 (N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

$$n = \frac{(1,96)^2 \cdot 33 \cdot 0,5 \cdot (1-0,5)}{(0,05)^2 (33-1) + (1,96)^2 \cdot 0,5 \cdot (1-0,5)}$$

$$n = \frac{(3,8416) \cdot 33 \cdot 0,25}{0,0025 (32) + (3,8416) 0,25}$$

$$n = \frac{31,6932}{0,08 + 0,9604}$$

$$n = \frac{31,6932}{1,0404}$$

$$n = 30$$

Jumlah sampel mekanik bengkel AHASS di Kecamatan Sumbersari dan Kecamatan Patrang adalah 30 mekanik.

### 3.3.3 Teknik Pengambilan Sampel

Teknik sampling dalam penelitian ini menggunakan *cluster sampling (proportional sampling)*. Teknik ini digunakan untuk menentukan banyaknya sampel mekanik pada masing-masing bengkel AHASS di Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember. Selanjutnya untuk menentukan banyaknya anggota sampel dari tiap bengkel dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$ni = \frac{Ni \times n}{N}$$

Keterangan:

$ni$  = besarnya sampel untuk sub populasi

$Ni$  = masing-masing populasi

$N$  = populasi secara keseluruhan

$n$  = besar sampel

Jumlah sampel mekanik bengkel AHASS di Kecamatan Sumbersari dan Kecamatan Patrang adalah 30 mekanik. Sehingga diperoleh jumlah sampel di setiap bengkel ahas pada dua kecamatan tersebut sebagai berikut:

Tabel 3.2 Jumlah Sampel Mekanik Tiap Bengkel AHASS di Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember

No	Bengkel	Jumlah Populasi	Jumlah Sampel
1.	Bengkel AHASS Gono Motor I	10	$(Ni:N) \times n = (10:33) \times 30 = 9$
2.	Bengkel AHASS Karunia Sejahtera Motor	5	$(Ni:N) \times n = (5:33) \times 30 = 5$

No	Bengkel	Jumlah Populasi	Jumlah Sampel
3.	Bengkel AHASS MPM Motor	5	$(N_i:N) \times n = (5:33) \times 30 = 5$
4.	Bengkel AHASS Reyraff	7	$(N_i:N) \times n = (7:33) \times 30 = 7$
5.	Bengkel AHASS Tjan	5	$(N_i:N) \times n = (5:33) \times 30 = 4$
	Total	33	30

#### a. Sampel Udara

Sampel lingkungan kerja adalah udara lingkungan kerja mekanik di bengkel sepeda motor AHASS yang ada di Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember yang diukur ialah kadar benzena.

##### 1) Waktu Pengambilan Sampel Udara lingkungan kerja

Pengambilan sampel udara lingkungan kerja dilakukan sebanyak satu kali pengukuran pada tiap bengkel AHASS.

Pengambilan sampel udara di bengkel AHASS Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember dilakukan pada:

Hari dan Tanggal : Kamis, 30 Agustus 2017

Waktu dan Tempat : 11.15 WIB, di Bengkel Reyraff

Waktu dan Tempat : 11.25 WIB, di Bengkel Karunia Sejahtera Motor

Waktu dan Tempat : 11.40 WIB, di Bengkel Gono Motor I

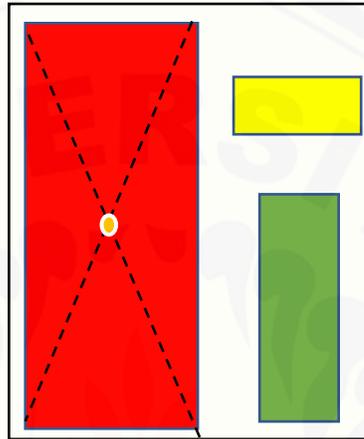
Waktu dan Tempat : 11.50 WIB, di Bengkel Tjian Motor

Waktu dan Tempat : 13.05 WIB, di Bengkel MPM motor Tjian

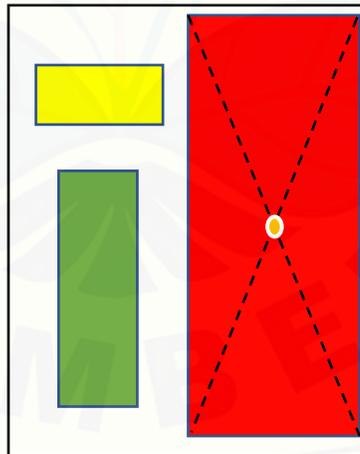
Penentuan waktu pengambilan sampel udara ditentukan dari waktu puncak aktivitas dari bengkel AHASS Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember. Selain itu pengambilan sampel udara juga mempertimbangkan waktu istirahat dari bengkel AHASS Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember.

## 2) Penentuan titik sampel

Pengambilan sampel dilakukan di satu titik tengah diagonal ruang reparasi sepeda motor bengkel AHASS. Berikut denah pengambilan sampel kadar benzena di lingkungan kerja mekanik:

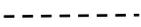


Gambar 3.2 Denah Bengkel Gono Motor, Bengkel Tjian dan Bengkel Reyr Raff



Gambar 3.3 Denah Bengkel MPM dan Bengkel Karunia Sejahtera Motor

Keterangan :

-  = Ruang Administrasi
-  = Ruang Tunggu
-  = Titik Pengambilan Sampel Udara
-  = Garis Diagonal
-  = Ruang Mekanik

b. Sampel Leukosit

Sampel jumlah leukosit mekanik bengkel sepeda motor diambil oleh petugas LABKESDA Kabupaten Jember.

1) Waktu Pengambilan Sampel leukosit

Pengambilan sampel leukosit dilakukan pada saat setelah bekerja sebanyak satu kali pada setiap pekerja yaitu pada:

Pada mekanik di bengkel AHASS Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumpalsari Kabupaten Jember dilakukan pada:

Hari dan Tanggal : Kamis, 30 Agustus 2017

Waktu dan Tempat : 11.15 WIB, di Bengkel Reyruff

Waktu dan Tempat : 11.25 WIB, di Bengkel Karunia Sejahtera Motor

Waktu dan Tempat : 11.40 WIB, di Bengkel Gono Motor I

Waktu dan Tempat : 11.50 WIB, di Bengkel Tjian Motor

Waktu dan Tempat : 13.05 WIB, di Bengkel MPM motor Tjian

Waktu pengambilan sampel darah ditentukan berdasarkan waktu pengambilan sampel udara di lingkungan kerja mekanik bengkel AHASS Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumpalsari Kabupaten Jember. Pengambilan sampel darah dilakukan secara bergantian.

### 3.4 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

#### 3.4.1 Variabel Penelitian

Variabel bebas (*Independent variable*) adalah variabel yang mempengaruhi atau menjadi penyebab perubahan atau timbulnya variabel terikat (Sugiyono,2012:39). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah usia, masa kerja, perilaku mencuci tangan, ventilasi, pengguna jasa, dan kadar benzena di lingkungan kerja mekanik bengkel AHASS di Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember.

Variabel terikat (*dependent variable*) merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas (Sugiyono,2012:19). Variabel terikat dalam penelitian ini adalah jumlah leukosit pada mekanik bengkel AHASS di Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember.

#### 3.4.2 Definisi Operasional Penelitian

Definisi operasional adalah uraian tentang batasan yang dimaksud atau tentang apa yang diukur oleh variabel yang bersangkutan (Notoatmodjo, 2012:125).

Berikut adalah definisi operasional variabel dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 6 3.4 Variabel, Definisi Operasional, Teknik Pengambilan Data, Skala Data, dan Kategori

No	Variabel	Definisi Operasional	Teknik Pengambilan Data	Kategori	Skala Data
1.	Usia	Lama hidup responden sejak lahir sampai penelitian dilakukan dalam satuan tahun	Wawancara menggunakan kuesioner	1. 15-24 tahun 2. 25-34 tahun 3. 35-44 tahun 4. 45-54 tahun 5. $\geq 55$ tahun (BPS, 2005)	Ordinal

No	Variabel	Definisi Operasional	Teknik Pengambilan Data	Kategori	Skala Data
2.	Masa Kerja	Lama kerja responden sebagai mekanik di bengkel	Wawancara menggunakan kuesioner	1. Baru : <3 tahun 2. Lama : $\geq 3$ tahun	Ordinal
3.	Perilaku mencuci tangan	Perilaku kebiasaan cuci tangan menggunakan sabun dan air yang mengalir	Observasi	1. Menggunakan sabun dan air mengalir 2. Menggunakan BBM (Bahan Bakar Minyak)	Nominal
4.	Jumlah Pengguna jasa	Jumlah sepeda motor yang akan di perbaiki atau melakukan perawatan dalam sehari	Wawancara menggunakan kuesioner	1. $\leq 30$ unit sepeda motor 2. $> 30$ unit sepeda motor	Ordinal
5.	Ventilasi	Alat penyediaan udara segar dan pengeluaran udara kotor secara alamiah atau mekanis didalam ruang mekanik	Observasi	1. Baik 2. Buruk Pengkategorian baik jika memenuhi semua persyaratan sebagai berikut: 1. Lubang ventilasi minimal 15% dari luas lantai. 2. Peralatan ventilasi berfungsi dengan baik.  (Kepmenkes nomor 1405 /MENKES/SK/XI/2002)	Nominal

No	Variabel	Definisi Operasional	Teknik Pengambilan Data	Kategori	Skala Data
6.	Kadar benzena di lingkungan kerja	Kandungan benzena di udara bengkel AHASS Kecamatan Sumbersari dan Kecamatan Patrang, Kabupaten Jember	-Pompa sampling -Karbon aktif -Gas <i>Chromatography</i>	1. $\leq 0,5$ ppm : Sesuai dengan NAB (Nilai Ambang Batas) 2. $> 0,5$ ppm : Tidak sesuai dengan NAB (Nilai Ambang Batas) (Permenakertrans no. 13/2011)	Ordinal
7.	Jumlah Leukosit	Jumlah leukosit mekanik bengkel AHASS yang dianalisis	<i>Auto Analyzer</i>	1. $4.300-10.300/\text{mm}^3$ : Nilai leukosit normal 2. $< 4.300/\text{mm}^3$ atau $> 10.300/\text{mm}^3$ : Nilai leukosit tidak normal (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2011)	Ordinal

### 3.5 Data dan Sumber Data

#### 3.5.1 Data Primer

Data Primer merupakan data yang didapatkan dari sumber pertama, baik individual atau perorangan (Sugiarto, 2003:16). Data primer diperoleh dengan melakukan pengisian kuisisioner, observasi langsung terhadap mekanik bengkel AHASS Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember.

#### 3.5.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari pihak lain atau data primer yang telah diolah lebih lanjut dan disajikan baik dari pengumpul data primer atau oleh pihak lain yang ada umumnya disajikan dalam bentuk tabel dan diagram-diagram

(Sugiarto, 2003:19). Dalam penelitian ini, data yang berhubungan dengan jumlah mekanik bengkel Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember.

### 3.6 Teknik dan Alat Perolehan Data

#### 3.6.1 Teknik Pengumpulan Data

Dalam proses pengumpulan data, tiap responden dalam penelitian diberi informed consent sebagai persetujuan responden untuk dijadikan subyek penelitian. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini, diantaranya:

a. Wawancara

Wawancara adalah suatu metode yang digunakan untuk mengumpulkan data dimana peneliti mendapatkan keterangan secara lisan dari seseorang sasaran penelitian atau bercakap-cakap berhadapan muka dengan orang tersebut (*face to face*) (Notoatmodjo, 2012:139). Data yang dikumpulkan melalui metode wawancara yakni berupa data primer yang terdiri dari usia, masa kerja, jumlah pengguna jasa.

b. Pemeriksaan Laboratorium

Suatu tindakan dan prosedur pemeriksaan khusus dengan mengambil bahan atau sampel dari penderita (pasien), yang bisa berupa urine, darah, maupun sputum, dan sebagainya untuk menentukan diagnosis penyakit bersama dengan tes penunjang lainnya. Dalam penelitian ini pemeriksaan laboratorium dilakukan untuk mengukur jumlah leukosit (*leukocyte*) pada mekanik yang menggunakan jasa Laboratorium LABKESDA Kabupaten Jember. Sampel jumlah leukosit mekanik bengkel sepeda motor diambil oleh petugas LABKESDA Kabupaten Jember.

1) Alat dan Bahan:

- a) *Auto analyzer*
- b) Ikatan pembendung
- c) Jarum suntik
- d) Kapas
- e) Alkohol 70%

## 2) Prosedur Pengambilan Sampel Darah

- a) Ikatan pembendung dipasang pada lengan atas untuk memperjelas vena
- b) Lokasi vena dibersihkan dengan alkohol 70% dan dibiarkan kering terlebih dahulu
- c) Darah vena mekanik diambil dari salah satu vena cubiti sebanyak 2-3cc menggunakan spuit,
- d) Setelah darah masuk kedalam tabung sampai volume memenuhi untuk dilakukan pengukuran,
- e) Letakkan kapas diatas jarum, kemudian cabut jarum perlahan,
- f) Lepas pembendung kapas, renggangkan tangan,
- g) Sampel darah masukkan pada kotak penyimpanan sampel darah,
- h) Sampel darah siap dianalisa dengan *auto analyzer*.

### b. Pengukuran Benzena

Pengambilan sampel kadar benzena di lingkungan kerja menggunakan metode NIOSH 1501, 1994. Pengukuran kadar benzena di lingkungan kerja bengkel AHASS Kecamatan Sumpalsari dan Kecamatan Patrang Kabupaten Jember dilakukan oleh petugas Unit Pelayanan Teknis Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Surabaya dengan menggunakan alat pompa sampling, karbon aktif, dan *gas chromatography*. Langkah pengambilan sampling udara yaitu:

- a) Menyiapkan *vacuum pump* (pompa sampling udara) dan *flow meter*.
- b) Menyiapkan *carcoal tube* dengan kedua ujungnya dilepaskan agar udara dapat masuk di dalamnya.
- c) Merangkai *carcoal tube* pada *sampling pump*.
- d) Mengatur kecepatan aliran udara antara 0,01 sampai dengan 0,2 liter/menit (sesuai NIOSH 1501).
- e) Meletakkan *sampling pump* pada lokasi pengukuran selama 1 jam.
- f) Setelah selesai, lepaskan *carcoal* dari *sampling pump* dan menutup ujung-ujung *carcoal* yang terbuka dengan tutupnya.

- g) Kemudian sampel disimpan di suhu 4°C dan dibawa ke laboratorium.
- h) Di laboratorium, karbon aktif yang telah mengandung senyawa benzena dipecahkan dan dilarutkan dengan larutan Carbon Disulfida (CS<sub>2</sub>).
- i) Setelah itu dilakukan analisis konsentrasi benzena dengan menggunakan alat *Gas Chromatography* dan *Flame Ionization Detector* (FID) di laboratorium UPT K3 Surabaya.

#### c. Observasi

Observasi adalah suatu prosedur yang berencana, yang antara lain meliputi melihat, mendengar, dan mencatat sejumlah data dan taraf aktifitas tertentu atau situasi tertentu yang ada hubungannya dengan masalah yang diteliti (Notoatmodjo, 2012:140). Dalam penelitian ini observasi dilakukan untuk mengetahui ventilasi dan hygiene personal berupa perilaku mencuci tangan. Observasi perilaku mencuci tangan dilakukan selama tujuh hari.

#### d. Dokumentasi

Metode dokumentasi adalah metode mencari data untuk mengetahui hal-hal atau variabel penelitian (Arikunto, 2010: 134). Teknik pengumpulan data ini mendasarkan pada catatan, transkrip, buku, surat kabar, majalah, prasasti, notulen rapat, agenda dan sebagainya. Teknik dokumentasi dalam penelitian ini meliputi jumlah populasi yang diteliti, dokumen bengkel AHASS yang terdapat di Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember.

### 3.6.2 Alat Pengumpulan Data

Alat pengumpulan data adalah alat bantu yang digunakan peneliti untuk membantu peneliti memperoleh data yang dibutuhkan (Arikunto, 2010:135). Instrumen pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian meliputi:

a. Kuesioner

Kuesioner adalah sejumlah pertanyaan tertulis yang digunakan untuk memperoleh informasi dari responden dalam arti laporan tentang pribadinya, atau hal-hal yang diketahui (Arikunto, 2010:135). Instrumen penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah kuesioner untuk mendapatkan data mengenai usia, masa kerja, dan jumlah pengguna jasa.

b. Lembar Observasi

Lembar observasi adalah lembar prosedur terencana yang meliputi melihat, mendengar dan mencatat sejumlah dan taraf aktivitas tertentu atau situasi tertentu yang ada hubungannya dengan masalah yang diteliti (Notoatmodjo, 2012: 131). Penulis melakukan observasi mengenai kadar benzena di lingkungan kerja, higiene personal dan keberadaan ventilasi.

c. Peralatan Pengambilan Darah

Pengambilan darah responden dilakukan sebanyak 1 kali oleh petugas laboratorium LABKESDA yang diletakan di tabung kecil yang diberi label nama masing-masing mekanik. Selanjutnya sampel darah akan dibawa menggunakan box ke laboratorium LABKESDA untuk diukur jumlah leukosit (sel darah putih) pada darah mekanik.

d. Peralatan Pengambilan Sampel Udara

Pengukuran kadar benzena di lingkungan kerja bengkel AHASS Kecamatan Sumbersari dan Kecamatan Patrang Kabupaten Jember dilakukan oleh petugas Unit Pelayanan Teknis Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Surabaya dengan menggunakan alat pompa sampling, karbon aktif, dan *gas chromatography*.

### 3.7 Teknik Pengolahan dan Penyajian Data

#### 3.7.1 Teknik Pengolahan Data

Pengolahan data merupakan salah satu langkah yang penting dalam suatu penelitian. Hal ini disebabkan karena data yang diperoleh langsung dari penelitian masih mentah, belum memberikan informasi apa-apa, dan belum siap untuk disajikan. Untuk memperoleh penyajian data sebagai hasil yang berarti dan kesimpulan yang baik, diperlukan pengolahan data (Notoatmodjo, 2012: 171). Seluruh data yang terkumpul baik data primer maupun data sekunder akan diolah melalui tahap-tahap sebagai berikut:

a. Mengkode Data (*data coding*)

Sebelum dimasukkan ke komputer, setiap variabel yang telah diteliti diberi kode untuk memudahkan dalam proses pengolahan selanjutnya.

b. Menyunting Data (*data edit*)

Data yang telah terkumpul diperiksa kelengkapannya terlebih dahulu, yaitu kelengkapan jawaban kuesioner, konsistensi atas jawaban dan kesalahan jawaban pada kuesioner. Data ini merupakan data input utama dalam penelitian ini.

c. Memasukkan Data (*data entry*)

Setelah dilakukan penyuntingan data, kemudian memasukkan data hasil kuesioner yang sudah diberikan kode masing-masing variabel. Setelah itu dilakukan analisis data dengan memasukkan data-data tersebut dengan *software* statistik untuk dilakukan analisis univariat (untuk mengetahui gambaran secara umum) dan bivariat (untuk mengetahui variabel yang berhubungan).

d. Membersihkan Data (*data cleaning*)

Tahap terakhir yaitu pengecekan kembali data yang telah dimasukkan untuk memastikan data tersebut tidak ada yang salah, sehingga dengan demikian data tersebut telah siap di analisis.

### 3.7.2 Teknik Penyajian Data

Penyajian data merupakan kegiatan yang dilakukan dalam pembuatan laporan hasil penelitian agar dapat dipahami, dianalisis sesuai dengan tujuan yang diinginkan kemudian ditarik kesimpulan sehingga dapat menggambarkan hasil penelitian. Selain itu hasil penelitian ini disajikan dalam bentuk tabel frekuensi dan tesktual. Penyajian dalam bentuk tabel digunakan dengan maksud agar orang lebih mudah memperoleh gambaran tentang hasil penelitian (Notoatmodjo,2011:76).

## 3.8 Analisis Data

### 3.8.1 Analisis Univariat

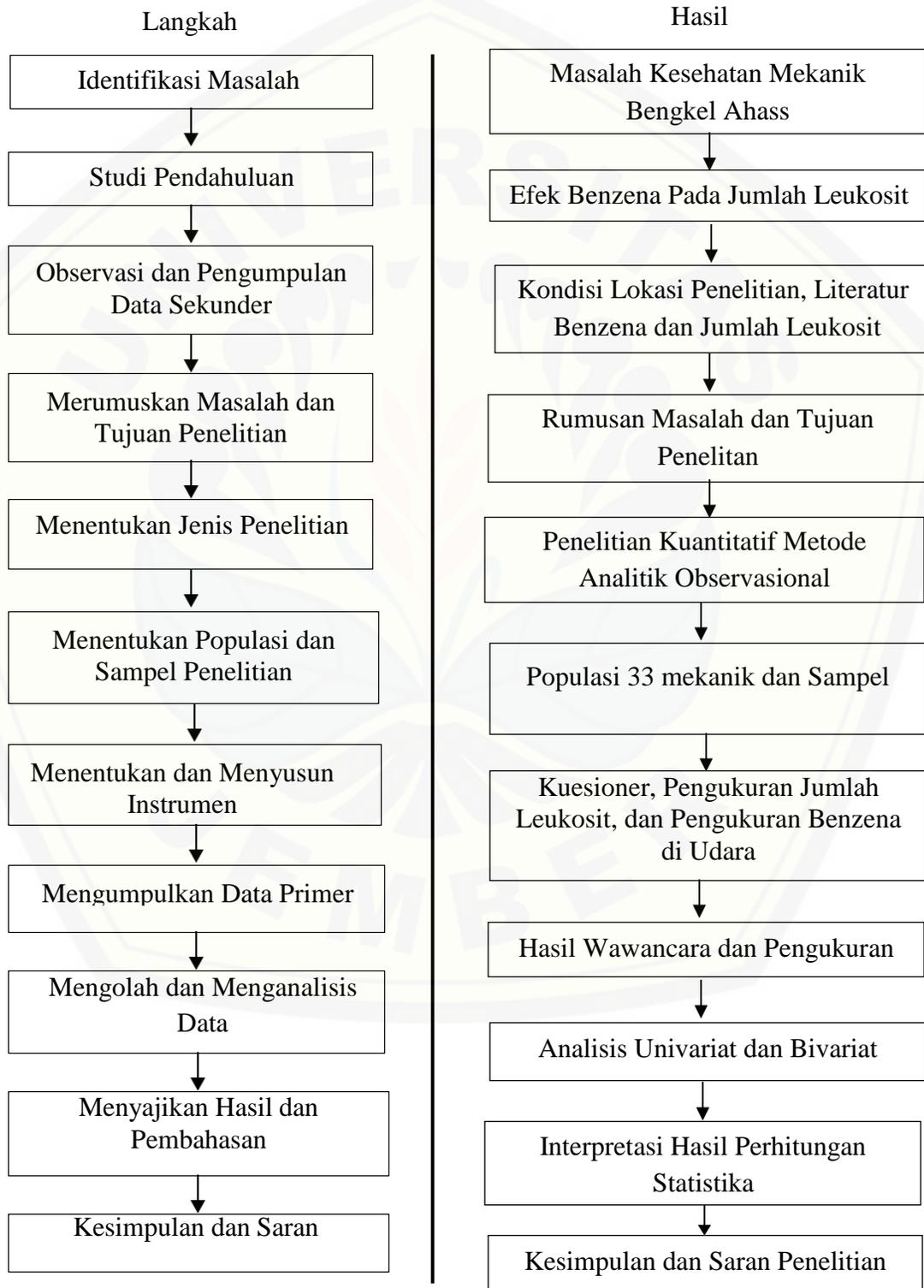
Analisis Univariat bertujuan untuk menjelaskan atau mendiskripsikan karakteristik setiap variabel penelitian (Notoatmodjo, 2012:182). Dalam penelitian ini variabel yang akan dianalisis secara deskriptif adalah faktor individu mekanik bengkel AHASS (usia, masa kerja, perilaku mencuci tangan), faktor lingkungan kerja (ventilasi dan jumlah penggunaan jasa), dan kadar benzena di lingkungan kerja mekanik

### 3.8.2 Analisis Bivariat

Apabila telah dilakukan analisis univariat hasilnya akan diketahui karakteristik atau distribusi setiap variabel, dan dapat dilanjutkan analisis bivariat (Notoatmodjo, 2012:183). Analisis bivariat dilakukan untuk menjawab hubungan variabel bebas terhadap variabel terikat dengan menggunakan uji *chi-square* dan uji *spearman* karena semua data variabel bebas berskala nominal dan ordinal. Analisis uji *chi-square* dan uji *spearman* ini didasarkan pada derajat kepercayaan 95% ( $\alpha = 0,05$ ). Jika nilai *p-value*  $<0,05$  maka variabel bebas tersebut memiliki hubungan dengan variabel terikat (Notoatmodjo, 2012:183).

### 3.10 Alur Penelitian

Urutan langkah-langkah penelitian dan hasil dari masing-masing langkah diuraikan dalam bagan berikut.



Gambar 3.10 Alur Penelitian

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan peneliti hubungan kadar benzena di lingkungan kerja dan jumlah leukosit pada mekanik bengkel sepeda motor AHASS di Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumberasri Kabupaten Jember dapat diambil keputusan sebagai berikut:

- a. Sebagian besar mekanik berada pada rentang usia 15-24 tahun, memiliki masa kerja diatas 3 tahun, memiliki perilaku mencuci tangan yang buruk.
- b. Sebagian besar lingkungan kerja mekanik memiliki ventilasi yang buruk, dan tingkat pengguna jasa sebanyak lebih dari 30 unit sepeda motor setiap harinya.
- c. Hasil pengukuran benzena di lingkungan kerja mekanik bengkel AHASS Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumberasri Kabupaten Jember memiliki nilai rata-rata melebihi nilai ambang batas yaitu sebesar 3,5118 ppm.
- d. Hasil pengukuran jumlah leukosit mekanik memiliki jumlah kurang dari normal yaitu sebesar 26 mekanik.
- e. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa hanya variabel masa kerja yang berhubungan dengan jumlah leukosit mekanik bengkel. Faktor individu (usia dan perilaku mencuci tangan) tidak berhubungan dengan jumlah leukosit pada mekanik.
- f. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa faktor lingkungan (ventilasi dan pengguna jasa) tidak berhubungan dengan jumlah leukosit pada mekanik.
- g. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara kadar benzena di lingkungan kerja dengan jumlah leukosit pada mekanik.

## 5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan oleh peneliti antara antara lain:

### a. Bagi Dinas Tenaga Kerja

1. Diharapkan Dinas Tenaga Kerja perlu memonitor kadar benzena di lingkungan kerja bengkel sepeda motor yang telah ditetapkan yaitu sebesar 0,5 ppm per 8 jam setiap harinya atau 40 jam setiap minggunya.
2. Diharapkan Dinas Tenaga Kerja dapat melakukan pembinaan dan pengawasan karyawan dibidang keselamatan dan kesehatan yaitu dengan melaksanakan dan sosialisasi mengenai bahaya bahan kimia di tempat kerja.

### b. Bagi Pemilik Bengkel

1. Diharapkan melakukan pemeriksaan kesehatan secara berkala jumlah leukosit mekanik untuk memantau kondisi kesehatan mekanik.
2. Diharapkan melakukan pengukuran kadar benzena di lingkungan kerja bengkel.
3. Diharapkan menyediakan dan menetapkan penggunaan alat pelindung diri seperti masker, sarung tangan.
4. Diharapkan menyediakan *local exhauster* pada lingkungan kerja bengkel.
5. Diharapkan menyediakan fasilitas cuci tangan yang memadai dan juga perlu mengadakan SOP (Standar Operasional Prosedur) untuk mendisiplinkan pekerja.

### c. Bagi Mekanik Bengkel

Diharapkan perubahan perilaku tentang keselamatan dan kesehatan kerja seperti menggunakan alat pelindung diri berupa masker dan sarung tangan, mencuci tangan dengan baik dan benar sebelum makan dan selesai melakukan pekerjaan.

### d. Bagi Peneliti lain

Diharapkan adanya penelitian lebih lanjut terkait kadar benzena di lingkungan kerja mekanik lainnya dan variabel lain yang mempengaruhi jumlah leukosit seperti jenis kelamin, status gizi, riwayat penyakit, fungsi organ dalam tubuh, dan pekerja bagian administrasi. Selain itu bisa dilakukan dengan menganalisis kadar

biomarker (darah dan urin) mekanik dan pengukuran benzena di udara lingkungan kerja selama jam kerja di bengkel sepeda motor ditempat lainnya yang terpapar benzena.



**DAFTAR PUSTAKA**

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2007. Toxicological Profile For Benzene. US: *Department of Health and Human Service*. [serial on line]. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp3.pdf>. [24 Desember 2016].
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2015. Addendum To The Toxicological Profile For Benzene. US: *Department of Health and Human Service*. [serial on line]. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp3.pdf>. [24 Desember 2016].
- AHASS. Kelebihan Service motor di Ahass. Retrieved from Kelebihan Service motor di Ahass-0279. [serial on line]. <http://ahassharapankitamotor.co.id/?blog=kelebihan-service-motor-di-ahass-02799>. . [16 Februari 2017].
- American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) Threshold Limit Value (TLV). 2011. *Documentation of the Threshold Limit Values (TLVs) and Biological Exposure Indices (BEIs) - Ethyl Benzene*. [serial on line]. <http://www.acgih.org/forms/store/ProductFormPublic/benzene-tlv-r-chemical-substances-7th-edition-documentation>. . [24 November 2016].
- Arikunto, S. 2010. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktis*. Jakarta: Bina Aksara.
- Astra Honda Motor. 2016. Dealer Sepeda Motor Terbaru Honda Di Kabupaten Jember. Jakarta: *Astra Honda* [serial on line]. <http://www.astra-honda.com/dealers/?provinsi=jawa-timur&kota=jember&jenis-layanan=bengkel&keyword=> [7 April 2017]
- BPS. (2016). *Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis*. Jakarta: *Badan Pusat Statistik*.
- Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral. 2013. Keputusan Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi Nomor 933.K/10/DJM.S/2013 tentang Standar Dan

Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Minyak Jenis Bensin 88 Yang Dipasarkan Di Dalam Negeri . Jakarta: Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral.

Departemen Ketenagakerjaan. 2010. Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomer 8 PER.08/MEN/VII/2010 Tahun 2010 tentang Alat Pelindung Diri. Jakarta: Departemen Ketenagakerjaan

Departemen Ketenagakerjaan. 2011. Peraturan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Nomor 13 PER.13/MEN/X/2011 Tahun 2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika Dan Faktor Kimia Di Tempat Kerja. Jakarta: Departemen Ketenagakerjaan

Departemen Ketenagakerjaan. 2014. Peraturan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Nomor 1 Tahun 2014 tentang Klasifikasi Dan Karakteristik Data Dari Jenis Informasi Ketenagakerjaan. Jakarta: Departemen Ketenagakerjaan

Departemen Lingkungan Hidup. 2009. Undang-undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Jakarta: Departemen Lingkungan Hidup

Dinas Perhubungan. 2015. Rekapitulasi Kapasitas Ruas Jalan Kabupaten Jember Tahun 2015. Jember.

Dinas Perindustrian dan Perdagangan. Industri Servise Sepeda Motor dan Mobil.

Drastyana, S.F. 2014. Pengaruh Paparan Uap Benzena terhadap Imunoglobulin G dan Keluhan Kesehatan Pada Pekerja SPBU Di Surabaya Diukur Melalui Kadar Fenol Urine. *Tesis*. Surabaya: Universitas Airlangga.

Febyan, *et al* . 2015. Pengaruh Pajanan Benzena terhadap Timbulnya Leukemia Mieloid Akut pada Pekerja yang Terpajan. *Jurnal*. Jakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Krida Wacana. [Secara on line]. <https://www.researchgate.net/.../303538673> the Effect of Benzene Exposure to the emergence of acute myeloid leukemia in Worker Exposure. [21 Januari 2017]

- Indriani, F. 2010. Pengaruh Riwayat Atopik terhadap Timbulnya Dermatitis Kontak Iritan di Perusahaan Batik Putra Laweyan Surakarta. *Skripsi*. Surakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Surakarta. [serial on line]. [https://publikasiilmiah.ums.ac.id/bitstream/handle/11617/1041/Biomedika\\_Vol.2\\_No.2\\_1\\_Sulistiyani.pdf?sequence=1](https://publikasiilmiah.ums.ac.id/bitstream/handle/11617/1041/Biomedika_Vol.2_No.2_1_Sulistiyani.pdf?sequence=1). [18 November 2016].
- International Agency For Research on Cancer. 2012. Benzene. WHO. [serial on line]. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp3.pdf>. [23 Desember 2016].
- International Risk Information System. 2003. *Benzene*. U.S Environmental Protection Agency. [serial online]. [https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris\\_documents/documents/subst/0276\\_summary.pdf](https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/subst/0276_summary.pdf). [12 Maret 2017].
- IPCS. 1993. *Environment Health Criteria 150 Benzene*. WHO. [serial on line]. <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc150.htm>. [11 Desember 2016].
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2011. *Pedoman Interpretasi Data Klinik*
- Kompasotomotif. 2016. *Angka Penjualan Sepeda Motor Juli 2016 Anjlok*. Jakarta: kompas.com. [serial on line]. <http://otomotif.kompas.com/read/2016/08/09/160200415/angka.penjualan.sepda.motor.juli.2016.anjlok>. [15 November 2016]
- Lelitasari. 2006. Hubungan Pealrut Organik dengan Gejala Neurotoksik pada Pekerja Alas Kaki di Sektor Informal Ciomas Bogor (Menggunakan Kuesioner Swedish Q16). *Thesis*. Jakarta:Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
- Tevlik, Dorak et al., 2006. Examination of Gender Effect in Birth Weight and Miscarriage Associations with Childhood Cancer (United Kingdom). *Cancer Causes Control*, Volume 18, Januari 2007, hlm. 219-228.
- M., Bustan, 2007. *Epidemiologi: Penyakit Tidak Menular*. Jakarta: Rineke Cipta.
- Mahawati, et al. 2006. Hubungan Antara Kadar Fenol Dalam Urin dengan Kadar Hb, Eritrosit, Trombosit, dan Leukosit (Studi Pada Tenaga Kerja Di Industri

- Karoseri CV Laksana Semarang). *Jurnal*. Semarang: Universitas Diponegoro. [Serial on line]. [ejournal.undip.ac.id](http://ejournal.undip.ac.id) > Home > Vol 5, No 1 (2006) > Mahawati. [16 Maret 2017]
- Marlina. 2015. Kadar Benzena di Udara Ambien dan Kadar Hemoglobin pada Operator Pompa Bensin (Studi pada SPBU di Kecamatan Situbondo dan Kecamatan Panji, Kabupaten Situbondo). *Skripsi*. Jember: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.
- Martha Tinelli Haen dan Katharina Oginawati. 2011. Hubungan Paparan Senyawa Benzena, Toulena, dan Xylen dengan Sistem Hematologi Pekerja di Kawasan Industri Sepatu. *Jurnal*. Bandung: Institut Teknologi Bandung. [serial on line]. <http://www.ftsl.itb.ac.id/wp-content/uploads/sites/8/2012/07/25310025-Martha-Tinelli-Haen.pdf>. [17 November 2016].
- Maynawati, S. 2011. Hubungan Faktor Pemajanan (Masa Kerja dan Ventilasi) dengan Kadar Fenol Urin Pekerja Bagian Pengeleman pada Industri Sandal Kota Tasikmalaya 2011. *Jurnal*. Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Siliwangi Tasikmalaya. [serial on line]. <http://kesmas.unsoed.ac.id/sites/default/files/file-unggah/Sri%20Maywati%20%26%20Siti%20Novianti-28.pdf>. [9 Maret 2017].
- National Institute for Occupational Safety and Health. 2016. *Benzena*. Center for Disease Control and Prevention
- Notoatmodjo, S. 2012. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Nurmianto, E. 2008. *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Surabaya: Guna Wijaya
- Occupational Safety and Health Administration (OSHA). 1987. *Biological Exposure Guidelines (Acgih Bei And Osha Expanded Standards Only)* [serial on line]. [https://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm\\_ii/pdfs/otmii\\_chpt2\\_appb.pdf](https://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm_ii/pdfs/otmii_chpt2_appb.pdf) [9 Desember 2016].

- Occupational Safety and Health Administration (OSHA). 2003. *Personal Protective Equipment*. [serial on line]. <https://www.osha.gov/Publications/osha3151.pdf>. [9 Desember 2016].
- Pudyoko, S. 2010. *Hubungan Paparan Benzena Dengan Kadar Fenol Dalam Urine dan Gangguan Sistem Hematopoietic Pada Pekerja Instalasi BBM*. Semarang: Universitas Diponegoro Semarang. [serial on line]. [Eprints.undip.ac.id/23881.1/SIGIT\\_PUDYOKO.pdf](Eprints.undip.ac.id/23881.1/SIGIT_PUDYOKO.pdf). [14 November 2016].
- Salim, Rendy. 2012. *Analisis Risiko Kesehatan Paparan Benzena pada Karyawan di SPBU 'X' Pancoranmas Depok Tahun 2011*. Skripsi. Depok: Universitas Indonesia. [serial on line]. <lontar.ui.ac.id/file?file=digital/20294860-S-Rendy+Noor+Salim.pdf>. [17 November 2016].
- Sipayung, Pardon. 2015. Korelasi Paparan Benzena. Program Studi Magister Ilmu Biomedik. FK-USU. [serial on line]. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/57269/Chapter%20I.pdf?sequence=4>. [17 November 2016].
- Siswanto, A. 1994. *Toksikologi Industri*. Balai Hiperkes dan Keselamatan Kerja Jawa Timur.
- Soeripto, M., 2008. *Higiene Industri*. Jakarta: Balai Penerbit FKUI Jakarta
- Standar Nasional Indonesia. 2005. Nilai Ambang Batas (NAB) Zat Kimia di Udara Tempat Kerja. Badan Standarisasi Nasional.
- Suardi. 2007. *Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Jakarta: PPM.
- Sugiarto. 2003. *Teknik Sampling*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama
- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&B*. Bandung: Alfabeta.

- Sugiyono. 2014. *Metode Penelitian Pendidikan Kualitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suma'mur. 2014. *Higiene Perusahaan Dan Kesehatan Kerja (HIPERKES)*. Jakarta: CV Sagung Seto.
- Susilowati, Betty. 2011. Resiko Kesehatan Terhadap Paparan Benzena Pada Pekerja Industri Sepatu Kulit di PIK Pulogadung Tahun 2011. *Skripsi*. Depok: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia [serial online]. [http://lib.ui.ac.id/file?file=digital/20288851-S\\_Betty%20Susilowati.pdf](http://lib.ui.ac.id/file?file=digital/20288851-S_Betty%20Susilowati.pdf). [12 Desember 2017].
- Uhud, et al. 2008. *Buku Pedoman Pelaksanaan Kesehatan dan Keselamatan Kerja Untuk Praktek dan Praktikum*. Surabaya: Universitas Airlangga
- Yuniati, Ita. 2016. Hubungan Praktik Kerja, Paparan Benzena dan Kebiasaan Meroko dengan Konsentrasi Benzena dalam Urin (Studi pada Pekerja Bengkel di Kecamatan Tembalang Semarang). *Skripsi*. Semarang: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Semarang. [serial on line]. <http://repository.unimus.ac.id/33/1/FULL%20TEXT%20SKRIPSI%201.pdf>. [17 November 2016].
- Zuliyawan. 2010. Analisis Risiko Kesehatan Paparan Benzena Melalui Penentuan Level Trans, Trans-Muconic Acid dalam Urin pada Karyawan Di SPBU 'X' Jakarta Utara 2010. *Skripsi*. Depok: Universitas Indonesia. [serial on line]. <https://www.scribd.com/doc/60421257/Analisis-Risiko-Kesehatan-Pajanan-Benzene-Melalui-Penentuan-Level-Trans-Trans-Muconic-Acid-Dalam-Urin-Pada-Karyawan-SPBU-X-Jakarta-Utara-2010>. [9 November 2016].

**Lampiran A. Lembar Persetujuan Responden (Informed Consent)****LEMBAR PERSETUJUAN RESPONDEN***(Informed Consent)*

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : .....

Instansi : .....

Jabatan : .....

Menyatakan persetujuan untuk membantu dengan menjadi objek penelitian yang dilakukan oleh:

Nama : Elyta Novi Astuti

Judul. : **KADAR BENZENA DI LINGKUNGAN KERJA DAN JUMLAH LEUKOSIT PADA MEKANIK BENGKEL AHASS**

Prosedur penelitian ini tidak akan memberikan dampak dan risiko apapun terhadap saya dan profesi saya serta kedinasan. Saya telah diberikan penjelasan mengenai hal tersebut diatas dan saya telah diberikan kesempatan untuk menanyakan hal-hal yang belum dimengerti dan telah mendapatkan jawaban yang jelas dan benar. Hal-hal yang terkait untuk pengambilan sampel yaitu pengambilan darah.

Dengan ini saya menyatakan secara sukarela dan tanpa tekanan untuk ikut sebagai objek dalam penelitian ini.

Jember,.....2017

(.....)

**Lampiran B. Lembar Kuesioner****KADAR BENZENA DI LINGKUNGAN KERJA DAN JUMLAH LEUKOSIT  
PADA MEKANIK BENGKEL AHASS**

Nomor Responden : .....

Tanggal wawancara : .....

Nama Bengkel : Bengkel AHASS .....

Kecamatan :

Kabupaten : Jember

**A. Identifikasi Responden**

1. Nama : .....
2. Usia : ..... Tahun
3. Berapa tahun masa kerja sebagai mekanik bengkel sepeda motor? .....tahun
4. Berapa lama Anda tiap hari bekerja dibengkel ini? .....jam
5. Apakah anda memiliki jenis riwayat penyakit yang pernah diderita seperti dibawah ini?

Memiliki riwayat penyakit (Hiperplenism/Leukemia/Anemia  
Aplastik/Multiple Myeloma)

Tidak memiliki jenis riwayat penyakit tersebut

**Lampiran C. Lembar Observasi****1. Ventilasi**

No.	Jenis Ventilasi	Ya	Tidak	Keterangan
1.	Lubang ventilasi minimal 15% dari luas lantai.			
2.	Peralatan ventilasi berfungsi dengan baik			

**2. Perilaku Mencuci Tangan**

No.	Higiene Personal	Ya	Tidak	Keterangan
1.	Mencuci tangan dengan sabun dan air mengalir setelah kontak langsung.			
2.	Mencuci tangan dengan dengan BBM.			

**Lampiran D. Lembar Hasil Pengukuran Kadar Benzena di Udara****LEMBAR HASIL PENGUKURAN KADAR BENZENA DI LINGKUNGAN KERJA**

Keterangan pengumpul data	
Nama penguji kadar benzena di udara	
Tanggal pengujian kadar benzena di udara	

Interpretasi Hasil Pengukuran Kadar Benzena di Udara Kadar benzena di udara di titik pengukuran

$\leq 0,5$  ppm : Sesuai dengan NAB (Nilai Ambang Batas)

$> 0,5$  ppm : Tidak sesuai dengan NAB (Nilai Ambang Batas)

**Lampiran E.** Lembar pengukuran jumlah leukosit**LEMBAR HASIL PENGUKURAN JUMLAH LEUKOSIT**

Nama Responden	
Tanggal Pengukuran	
Nama Bengkel	

## Interpretasi Hasil Pengukuran Jumlah leukosit

- $4.300-10.300/\text{mm}^3$  : Nilai Leukosit Normal
- $< 4.300/\text{mm}^3$  atau  $> 10.300/\text{mm}^3$  : Nilai Leukosit Tidak Normal

## Lampiran F. Lembar Permohonan Ijin Peminjaman Alat



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS JEMBER

FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT

Jalan Kalimantan 1/93 Kampus Bumi Tegal Boto Kotak Pos 159 Jember 68121

Telepon (0331) 337878, 322995, 322996, 331743 Faksimile (0331) 322995

Laman : www.fkm.unjember.ac.id

Nomor : 3027 /UN25.1.12/SP/2017 21 AUG 2017  
Hal : Permohonan Ijin Peminjaman Alat

Yth. Kepala UPT. K3 Surabaya  
Surabaya

Dalam rangka menyelesaikan penyusunan skripsi mahasiswa Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember, maka kami mohon dengan hormat ijin untuk bantuan SDM dan peminjaman alat bagi mahasiswa yang namanya tersebut di bawah ini :

Nama : Elyta Novi Astuti  
NIM : 132110101004  
Kegiatan : Permohonan bantuan SDM dan peminjaman alat untuk pengukuran kadar benzena  
Tempat Peminjaman Alat : UPT. K3 Surabaya

Adapun teknis dan ketentuan peminjaman alat kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara.

Atas perhatian dan kerjasamanya kami sampaikan terima kasih.



Wakil Dekan  
Bidang Akademik,  
Dr. Fanda Wahyu Ningtyias, M. Kes.  
NIP 198010092005012002

## Lampiran G. Lembar Permohonan ijin Uji Laboratorium



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI

UNIVERSITAS JEMBER

FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT

Jalan Kalimantan I/93 Kampus Bumi Tegal Boto Kotak Pos 159 Jember 68121

Telepon (0331) 337878, 322995, 322996, 331743 Faksimile (0331) 322995

Laman : www.fkm.jember.ac.id

Nomor : 3655 /UN25.1.12/SP/2017  
Hal : Permohonan Ijin Uji Laboratorium

04 AUG 2017

Yth. Kepala Laboratorium Kesehatan Daerah  
Kabupaten Jember  
Jember

Dalam rangka menyelesaikan penyusunan skripsi mahasiswa Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember, maka kami mohon dengan hormat ijin untuk peminjaman alat dan bantuan tenaga SDM bagi mahasiswa yang namanya tersebut di bawah ini :

Nama : Elyta Novi Astuti  
NIM : 132110101009  
Kegiatan : Uji laboratorium pengukuran kadar leukosit  
Tempat : Laboratorium Kesehatan Daerah Kabupaten Jember  
Peminjaman Alat

Adapun teknis dan ketentuan peminjaman alat beserta teknisnya kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara.

Atas perhatian dan kerjasamanya kami sampaikan terima kasih.



Dr. Fanda Wahyu Ningtyias, M. Kes.  
NIP 198010092005012002

## Lampiran H. Lembar Permohonan Ijin Penelitian



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS JEMBER

FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT

Jalan Kalimatan 37 Kampus Tegal Boto Kotak Pos 159 Jember 68121  
Telepon (0331) 337878, 322995, 322996, 331743 Faksimile (0331) 322995  
Laman : www.fkm.unej.ac.id

Nomor : 3639 /UN25.1.12/SP/2017

03 AUG 2017

Lampiran : Satu bendel

Hal : Permohonan Ijin Penelitian

Yth. Pimpinan Bengkel AHASS .....

Kabupaten Jember

Jember

Dalam rangka menyelesaikan penyusunan skripsi mahasiswa Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember, maka kami mohon dengan hormat ijin bagi mahasiswa yang namanya tersebut di bawah ini, untuk melaksanakan penelitian :

N a m a : Elyta Novi Astuti

NIM : 132110101004

Judul penelitian : Paparan Benzene Terhadap Kadar Leukosit Pada Mekanik Bengkel Sepeda Motor AHASS

Tempat penelitian : Bengkel AHASS Kabupaten Jember

Lama penelitian : Agustus – September 2017

Sebagai bahan pertimbangan bersama ini kami lampirkan proposal penelitian.

Atas perhatian dan perkenannya kami sampaikan terima kasih.



Dr. Farida Wahyu Ningtyias, M.Kes.  
NIP 198010092005012002

## Lampiran I. Hasil Pengukuran Leukosit



PEMERINTAH KABUPATEN JEMBER  
DINAS KESEHATAN  
UPT LABORATORIUM KESEHATAN, PENGUJIAN  
DAN KALIBRASI ALAT KESEHATAN  
Jl. Dewi Sartika No.56 Telepon 0331-485803  
Email : labkesdajember56@gmail.com  
JEMBER

Kode Pos 68137

HASIL PEMERIKSAAN LABORATORIUM ANALISA LEUKOSIT  
PADA MEKANIK BENGKEL TANGGAL 30 AGUSTUS 2017

No	Nama	Umur	Alamat	Hasil
1	Muttaqin	36	Reyraf Motor	3.900
2	Dedy Hary K.	37	Reyraf Motor	4.100
3	Suprpto	33	Reyraf Motor	3.600
4	Slamet	30	Reyraf Motor	4.000
5	Derry	28	Reyraf Motor	4.100
6	Eko Asariyanto	22	Reyraf Motor	4.200
7	Hariyanto	33	Reyraf Motor	4.000
8	Agus R	23	Tjian Motor	10.600
9	Rahmad Hariyanto	25	Tjian Motor	3.800
10	M. Rohim	29	Tjian Motor	4.000
11	Ervin	29	Tjian Motor	4.100
12	Ahmad Nur Yasin	21	Gono Motor	3.500
13	M. Faisol	21	Gono Motor	4.000
14	M. Boby	20	Gono Motor	3.700
15	Arien Septian	23	Gono Motor	3.900
16	Suminar	57	Gono Motor	10.600
17	Beby Yunawanto	24	Gono Motor	4.200
18	Eli Ramdani	20	Gono Motor	3.700
19	M. Ridwan	21	Gono Motor	4.100
20	Harry	37	Gono Motor	4.000
21	Eko	19	Karunia Sejahtera Motor	8.500
22	M. Andika	20	Karunia Sejahtera Motor	10.600
23	Aan	36	Karunia Sejahtera Motor	3.900
24	Gufron Rosyid	20	Karunia Sejahtera Motor	4.000
25	Wawan	30	Karunia Sejahtera Motor	4.000
26	Reta Catur	30	MPM Motor	3.800
27	Dwi Purwanto	25	MPM Motor	4.000
28	Saiful	52	MPM Motor	3.700
29	Aries Hidayat	36	MPM Motor	4.200
30	Wahyu	21	MPM Motor	3.900

KEPALA UNIT PELAKSANA TEKNIS  
LABORATORIUM KESEHATAN, PENGUJIAN  
DAN KALIBRASI ALAT KESEHATAN



## Lampiran J. Hasil Pengukuran Kadar Benzene di Lingkungan Kerja



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR  
DINAS TENAGA KERJA DAN TRANSMIGRASI  
UNIT PELAKSANA TEKNIS KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA  
( UPT K3 )

Jl. Dukuh Menanggal 122 Telepon 8280440, 8294490, Fax. 8294277 Surabaya 60234  
Email : uptk3sby@gmail.com ; hpkkjtm@yahoo.com



LHU ini merupakan hasil pada lokasi dan saat pengukuran  
LAPORAN HASIL PENGUJIAN  
No. LAB. 082/ VIII /2017.

- I Nama Perusahaan : MAHASISWA S1 UNIVERSITAS JEMBER  
II Alamat Perusahaan : Jl. Kalimantan No.37 – Jember  
III Jenis Pengukuran : Kadar Benzene  
IV Tanggal Pengukuran : 30 Agustus 2017  
V Metode yang digunakan : GC/FID  
VI Hasil Pengukuran :

No	Lokasi Pengukuran	Jam (WIB)	Kadar Benzene (ppm)	Suhu Kering (°C)	RH %
1	Bengkel Reyraf	11.15 – 12.15	6,851	32,5	58,8
2	Bengkel Karunia Sejahtera Motor	11.25 – 12.25	0,349	32,2	59,2
3	Bengkel Gono Motor	11.40 – 12.40	6,462	35,7	57,9
4	Bengkel Tjan II	11.50 – 12.50	1,894	34,2	63,0
5	Bengkel MPM Motor	13.05 – 14.05	2,003	33,2	60,9

Catatan :  
Nilai Ambang Batas (NAB) Kadar Benzene menurut Permenakertrans No. 13/MEN/X/2011 sebesar 0,5 ppm.

Mengetahui,  
Kepala UPT K3 SURABAYA  
KEPALA SEKSI PELAYANAN TEKNIS  
  
PURWANTO TAMAH, M.Si  
NIP. 19700321 199603 2 002

Surabaya, 28 September 2017  
DEPUTY MANAJER TEKNIK

  
SRI WIDODO, M.Kes  
NIP. 19630111 198803 1 012

Lampiran K. Dokumentasi



Gambar 1. Penandatanganan *Informed Consent*



Gambar 2. Proses Wawancara dengan Responden



Gambar 3. Pengambilan Sampel Darah Responden



Gambar 4. Persiapan Penempatan Alat Ukur Benzena



Gambar 5. Kondisi Proses Pengukuran



Gambar 6. Penempatan Alat Ukur Benzena di Lingkungan Kerja



Gambar 7. Pengukuran Jumlah Leukosit Menggunakan Alat *Auto Analyzer*



Gambar 8. Mekanik Melakukan Perawatan dan Perbaikan Sepeda Motor

**Lampiran L. Hasil Uji Statistik**

1. Uji hubungan antara umur dengan jumlah leukosit mekanik bengkel AHASS Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember

**Correlations**

			Umur	Jumlah Leukosit
Spearman's rho	Umur	Correlation Coefficient	1,000	-,184
		Sig. (2-tailed)	.	,330
		N	30	30
	Jumlah Leukosit	Correlation Coefficient	-,184	1,000
		Sig. (2-tailed)	,330	.
		N	30	30

2. Uji hubungan antara masa kerja dengan jumlah leukosit mekanik bengkel AHASS Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember

**Correlations**

			Masa Kerja	Jumlah Leukosit
Spearman's rho	Masa Kerja	Correlation Coefficient	1,000	,473**
		Sig. (2-tailed)	.	,008
		N	30	30
	Jumlah Leukosit	Correlation Coefficient	,473**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,008	.
		N	30	30

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

3. Uji hubungan antara perilaku mencuci tangan dengan jumlah leukosit mekanik bengkel AHASS Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember

**Chi-Square Tests**

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,517 <sup>a</sup>	1	,472		
Continuity Correction <sup>b</sup>	,000	1	1,000		
Likelihood Ratio	,828	1	,363		
Fisher's Exact Test				1,000	,667
Linear-by-Linear Association	,500	1	,480		
N of Valid Cases	30				

a. 2 cells (50,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,33.

b. Computed only for a 2x2 table

4. Uji hubungan antara ventilasi dengan jumlah leukosit mekanik bengkel AHASS Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	1,182 <sup>a</sup>	1	,277		
Continuity Correction <sup>b</sup>	,005	1	,946		
Likelihood Ratio	1,564	1	,211		
Fisher's Exact Test				,467	,467
Linear-by-Linear Association	1,143	1	,285		
N of Valid Cases	30				

a. 2 cells (50,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,47.

b. Computed only for a 2x2 table

5. Uji hubungan antara jumlah pengguna jasa dengan jumlah leukosit mekanik bengkel AHASS Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember

Correlations

			Pengguna Jasa	KadarLeukosit
Spearman's rho	Pengguna Jasa	Correlation Coefficient	1,000	,284
		Sig. (2-tailed)	.	,129
		N	30	30
	KadarLeukosit	Correlation Coefficient	,284	1,000
		Sig. (2-tailed)	,129	.
		N	30	30

6. Uji hubungan antara kadar benzena di lingkungan kerja dengan jumlah leukosit mekanik bengkel AHASS Kecamatan Patrang dan Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember

Correlations

			Kadar Benzena	Jumlah Leukosit
Spearman's rho	Kadar Benzena	Correlation Coefficient	1,000	,415
		Sig. (2-tailed)	.	,023
		N	30	30
	Jumlah Leukosit	Correlation Coefficient	,415*	1,000
		Sig. (2-tailed)	,023	.
		N	30	30

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