

---

## PENILAIAN RISIKO KUANTITATIF PAPARAN TOLUEN MELALUI INHALASI PADA PEKERJA DI INDUSTRI PERCETAKAN

### QUANTITATIVE RISK ASSESSMENT OF TOLUEN EXPOSURE THROUGH INHALATION OF WORKERS IN THE PRINTING INDUSTRY

Moch.Sahri<sup>1\*</sup>, Friska Ayu<sup>2</sup>, Nur Muhamad Nuzulul Syufi<sup>3</sup>, Rizka Wahyu Safitri<sup>4</sup>  
<sup>1,2,3,4</sup>Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya

---

#### Informasi Artikel

Dikirim Juli 15, 2020  
Direvisi Sept 21, 2020  
Diterima Nov 20, 2020

#### Abstrak

Toluen merupakan salah satu pelarut yang sering digunakan dalam industri percetakan. Efek jangka panjang paparan toluen dapat berdampak pada perkembangan otak dan kognitif pada remaja dan perilaku normal pada orang dewasa. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kadar toluen di lingkungan kerja dan melakukan kajian analisis risiko paparan toluen melalui pernafasan. Penelitian ini merupakan penelitian *cross sectional* dimana pengambilan sampel dilakukan pada waktu tertentu. Subjek penelitian merupakan pekerja yang bekerja di dalam satu ruangan dengan jumlah pekerja 18 orang. Sampel penelitian ini menggunakan total populasi. Pengukuran sampel udara di lingkungan kerja dilakukan dengan mengambil sampel sebanyak 9 titik dalam satu ruangan. Untuk menghitung asupan, menggunakan beberapa nilai faktor paparan standar untuk pekerja berdasarkan *Environmental Protection Agency* (EPA). Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi toluen di lingkungan kerja pada 9 titik rata-rata 11,3 ppm atau 42,6 mg/m<sup>3</sup> dan hasil analisis risiko pada semua sampel didapatkan nilai *Risk Quotient* (RQ) < 1. Kesimpulan pengujian konsentrasi toluen di lingkungan kerja masih dibawah nilai ambang batas namun sudah masuk dalam *action level* dimana tindakan pencegahan sudah seharusnya dilakukan. Perhitungan nilai risiko pada semua responden masih bisa diterima. Namun perlu diperhatikan untuk jangka waktu panjang karena risiko bertambah seiring dengan masa kerja apabila tidak disertai dengan pengendalian lingkungan kerja yang baik.

Kata Kunci: paparan toluen; industri percetakan; penilaian risiko; *Risk Quotient* (RQ)

---

#### Informasi Co-Author

Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya Jalan Raya Jemur Sari No. 57  
[sahrimoses@unusa.ac.id](mailto:sahrimoses@unusa.ac.id)

#### Abstract

*Printing has become a growing industry with increasing demand so that new printing industries are found both on a small scale and large scale. The main raw material for the printing industry is paper, ink and solvents. The chemicals used in the printing industry contained in glue, ink and solvents that are often found is toluen. The long-term effects of toluen exposure through breathing can have an impact on brain and cognitive development in adolescents and normal behavior in adults. The purpose of this study was to determine the level of toluen in the work environment and to study the risk analysis of exposure to toluen through breathing. This research is a cross sectional study where sampling is done at a certain time. Research subjects were workers who worked in one printing room with a total of 18 people. This research sample uses the total population. Measurement of air samples in the work environment is done by taking as many as 9 points in one room. To calculate intake, this study uses several standard exposure factor values for workers based on the Environmental*

---

*Protection Agency (EPA) which includes respiratory rate, exposure time in a day, frequency of exposure in a year and average time period. The results showed toluen testing in the work environment at 9 points there were 2 points that exceeded the threshold value and the results of the risk analysis obtained a risk quotient (RQ) value <1. Conclusion The results of toluen testing in the workplace are on average still below the threshold value but are already included in the action level where preventive actions and measures should be taken. The calculation of the risk value of all respondents has not shown any risk effects but it needs to be considered for the long term because the risk will increase along with the increase in the work period if not accompanied by good work environment control.*

*Keywords: exposure to toluen; printing industry; risk assessment; Risk Quotient (RQ).*

---

## **Pendahuluan**

Industri percetakan sampai saat ini masih menunjukkan eksistensinya dalam dunia bisnis walaupun sebagian orang sudah beralih ke media *online*. Dikutip dari halaman *website* *bisnis.com*, bahwa industri percetakan di Indonesia pada hingga akhir 2019 menurut Ketua Persatuan Perusahaan Grafika Indonesia (PPGI) diperkirakan akan tumbuh sekitar 10%. Hal ini dikarenakan adanya kegiatan pemilihan umum, tahun ajaran baru, hingga perkembangan industri dalam rumah tangga.

Percetakan (*printing*) merupakan media untuk mencetak secara fisik suatu *file* atau data yang sampai saat ini masih menjadi kebutuhan semua orang walaupun sebagian orang sudah beralih ke sistem digital. Seiring dengan berjalannya waktu, percetakan menjadi sebuah industri yang terus berkembang dengan permintaan semakin meningkat sehingga banyak dijumpai industri percetakan baru baik dengan skala kecil maupun skala besar. Pada proses percetakan baik dengan manual atau dengan menggunakan mesin bahan baku utama yang digunakan adalah kertas, tinta dan pelarut. Risiko bahaya pada industri percetakan terdiri dari risiko bahaya kesehatan dan risiko bahaya keselamatan berupa kebakaran. Bahan kimia yang berbahaya yang dipakai dalam industri percetakan terkandung didalam lem, tinta dan pelarut [1]. Penggunaan bahan pelarut dapat menyebabkan gangguan kesehatan baik itu penyakit yang bersifat kronis maupun penyakit akut [2].

Faktor bahaya kimia dan faktor bahaya ergonomi merupakan bahaya dominan yang ada di industri percetakan. Dalam penelitian ini akan dikaji terkait faktor bahaya kimia yang ada di lingkungan kerja yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan bagi para pekerja. Keluhan kesehatan kerja pada industri percetakan, sebanyak 78,8% responden mengalami keluhan gangguan kesehatan seperti sakit kepala, mual-mual, sesak nafas, batuk-batuk,

bersin-bersin, serta mata perih [3][4]. Secara simultan paparan toluen dan kebisingan dapat meningkatkan efek gangguan pendengaran pada pekerja [5]. Penelitian yang dilakukan oleh (Decharat, 2014) menyebutkan bahwa pada industri percetakan prevalensi iritasi mata, rinitis, dan reaksi kulit alergi adalah >80%. Prevalensi pusing, gangguan visual, dan sesak dada masing-masing adalah 43,1%, 31,0%, dan 27,6%. Gangguan keluhan kesehatan pekerja industri percetakan dapat disebabkan oleh beberapa faktor bahaya yang ada di lingkungan kerja seperti bahaya fisika, bahaya kimia, bahaya biologi, bahaya psikologi dan bahaya ergonomi. Efek jangka panjang paparan toluen melalui pernafasan dapat berdampak pada perkembangan otak dan kognitif pada remaja dan perilaku normal pada orang dewasa [8].

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kadar toluen di lingkungan kerja dan melakukan analisis risiko kesehatan akibat paparan bahan kimia tersebut. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat membantu perusahaan maupun pihak terkait dalam membuat dan menentukan program pelayanan kesehatan kerja berdasarkan risiko sehingga program pelayanan kesehatan kerja menjadi lebih efektif dan berkualitas.

Analisis risiko merupakan proses untuk menghitung dan memperkirakan risiko pada sasaran organisme, sistem atau subsistem populasi, termasuk identifikasi ketidakpastian yang menyertainya, setelah terpapar oleh agen tertentu, dengan memerhatikan karakteristik yang melekat pada agen yang menjadi perhatian dan karakteristik sistem sasaran yang spesifik [9].

Dalam proses analisis risiko ada 4 empat tahapan yaitu identifikasi bahaya, analisis pajanan, analisis dosis respon dan karakterisasi risiko.

a. Identifikasi Bahaya (*Hazard Identification*)

Identifikasi bahaya merupakan tahap pertama dalam penilaian bahaya juga merupakan awal dari empat langkah-langkah dalam penilaian risiko. Identifikasi bahaya adalah suatu proses mengenal semua bahaya dari suatu bahan dengan potensinya untuk membahayakan individu atau lingkungan [5]. Bahaya dapat diketahui dengan berbagai cara dan dari berbagai sumber, yaitu dari peristiwa atau kecelakaan yang pernah terjadi, pemeriksaan ke tempat kerja, melakukan wawancara dengan pekerja di lokasi kerja, informasi dari pabrik atau asosiasi industri, data keselamatan bahan dan lainnya [11].

b. Analisis Pemajanan (*Exposure Assessment*)

Pajanan adalah konsentrasi atau jumlah kuantitatif agen risiko yang sampai dan memajani organisme target, sistem, atau sub (populasi) dengan frekuensi dan durasi pajanan yang tertentu. *Exposure assessment* merupakan evaluasi pemajanan dari organisme, sistem, atau sub (populasi) terhadap agen. Dalam analisis ini dilakukan

identifikasi tentang dosis atau jumlah risk agen yang diterima seseorang (*intake*/asupan) yang masuk melalui *ingesti* (saluran pencernaan). *Intake* (asupan) adalah jumlah asupan yang diterima individu per berat badan per hari. Data *intake* ini dapat dengan dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$I = \frac{C \times R \times te \times fe \times Dt}{Wb \times t_{avg}} \dots\dots\dots 1$$

Dimana:

- I : asupan/*intake* (mg/kg/hari)
- C : konsentrasi *risk agen*, mg/m<sup>3</sup> untuk medium udara, mg/l untuk air minum, mg/kg untuk makanan atau pangan
- R : laju (*rate*) pernafasan (m<sup>3</sup>/jam)
- te : waktu pajanan/bekerja dalam sehari (jam/hari)
- fe : frekuensi pajanan tahunan (hari/tahun)
- Dt : durasi pajanan, tahun (*real time* atau proteksi, 30 tahun untuk nilai *default residensial* dan 25 tahun untuk pekerja.
- Wb : berat badan (kg)
- t<sub>avg</sub> : periode waktu rata-rata

Konsentrasi agen risiko dalam media lingkungan diperlakukan menurut karakteristik statistiknya. Jika distribusi konsentrasi agen risiko normal, bisa digunakan nilai *arithmetic mean*-nya. Jika distribusinya tidak normal, harus digunakan log normal atau mediannya. Normal tidaknya distribusi konsentrasi *risk agen* bisa ditentukan dengan menghitung *coefficiencie of variance* (CoV), yaitu SD dibagi *mean*. Jika CoV < 20% distribusi dianggap normal dan karena itu dapat digunakan nilai *mean* [12].

Nilai tE didapatkan dari hasil penelitian, fE dihitung dengan mengurangi waktu satu tahun (365 hari) dengan lama responden (dalam hari) libur kerja. Nilai Dt merupakan hasil penelitian yang menyatakan waktu responden tinggal di lokasi studi dan terpajan bahaya untuk perhitungan *real time*, sedangkan untuk perhitungan sepanjang hayat dapat digunakan nilai Dt yaitu 25 tahun untuk pekerja. Nilai R adalah laju inhalasi sebesar 0,83 m<sup>3</sup>/jam.

c. Analisis Dosis-Respon (*Dose-Response Assessment*)

Dosis adalah unit yang menyatakan pajanan terhadap bahan kimia, fisik, atau biologis yang sampai ke organ sasaran. Dosis diekspresikan sebagai unit berat atau

volume per unit luas permukaan tubuh. Misalnya: mg/kgBB, ml/kgBB, atau mg/m<sup>2</sup>, ppm atau ppb. Analisis dosis-respon menetapkan nilai-nilai kuantitatif toksisitas agen risiko untuk setiap bentuk spesi kimianya. Toksisitas dinyatakan sebagai *Reference Dose* (RfD) untuk efek-efek nonkarsinogenik dan *Cancer Slope Factor* (CSF) atau *Cancer Unit Risk* (CCR) untuk efek-efek karsinogenik [12].

RfD atau Rfc adalah toksisitas kuantitatif nonkarsinogenik, menyatakan estimasi dosis pajanan harian yang diperkirakan tidak menimbulkan efek merugikan kesehatan meskipun pajanan berlanjut sepanjang hayat. Dosis referensi dibedakan untuk pajanan oral atau tertelan (ingesti, untuk makanan dan minuman) yang disebut RfD dan untuk pajanan inhalasi (udara) yang disebut *reference concentration* (Rfc). Dalam analisis *dosis-respon*, dosis dinyatakan sebagai agen risiko yang terhirup (*inhaled*), tertelan (*ingested*) atau terserap melalui kulit (*absorbed*) per kg berat badan per hari (mg/kg/hari) [12].

d. Karakterisasi Risiko (*Risk Characterization*)

Karakteristik risiko kesehatan dinyatakan sebagai *Risk Quotient* (RQ), untuk efek-efek dan *Excess Cancer Risk* (ECR) untuk efek-efek karsinogenik. RQ dihitung dengan membagi asupan nonkarsinogenik (*Intake*) risk agen dengan RfD atau Rfc-nya menurut persamaan:

$$RQ = \frac{\text{Int (mg/kg/hari).....(2)}}{\text{RfC/ RfD}}$$

Sumber : Louvar & Louvar, 1998

RQ : *Risk Quotient*

Ink : *Intake* (mg/kg/hari)

RfD/Rfc : *Reference Dose/reference Concentration*

Jika nilai RQ<1 menunjukkan indikasi tidak adanya kemungkinan terjadinya risiko efek yang merugikan, namun perlu dipertahankan agar nilai numerik RQ tidak melebihi 1. Sedangkan RQ>1 menunjukkan indikasi adanya kemungkinan terjadinya risiko efek yang merugikan dan perlu adanya upaya pengendalian [12].

Manajemen risiko merupakan pendekatan yang dilakukan terhadap risiko yaitu dengan memahami, mengidentifikasi dan mengevaluasi risiko suatu proyek. Manajemen risiko adalah semua rangkaian kegiatan yang berhubungan dengan risiko yaitu perencanaan (*planning*), penilaian (*assessment*), penanganan (*handling*) dan pemantauan (*monitoring*)

risiko [13]. Pengendalian yang dapat dilakukan untuk mengurangi risiko akibat paparan bahan kimia dapat dilakukan dengan melaksanakan hirarki pengendalian yaitu pengendalian eliminasi, substitusi, isolasi rekayasa teknik, pengendalian secara administratif dan penggunaan alat pelindung diri.

Hasil manajemen risiko harus dikomunikasikan dan diketahui oleh semua pihak yang berkepentingan sehingga akan memberikan manfaat dan keuntungan. Pihak manajemen harus memperoleh informasi yang jelas mengenai semua risiko yang ada di bawah kendalinya. Begitu juga dengan para pekerja, perlu diberi informasi mengenai semua potensi bahaya yang ada di tempat kerjanya sehingga mereka bisa melakukan pekerjaan atau kegiatannya dengan aman dan sehat. Komunikasi yang digunakan dapat berupa edaran, petunjuk praktis, forum komunikasi, buku panduan atau pedoman kerja [11].

Komunikasi risiko dilakukan untuk menyampaikan informasi risiko pada masyarakat (populasi yang berisiko), pemerintah, dan pihak yang berkepentingan lainnya. Komunikasi risiko merupakan tindak lanjut dari pelaksanaan Analisis Risiko Kesehatan lingkungan (ARKL) dan merupakan tanggung jawab dari pemrakarsa atau pihak yang menyebabkan terjadinya risiko. Bahasa yang digunakan haruslah bahasa umum dan mudah dipahami, serta memuat seluruh informasi yang dibutuhkan. Komunikasi risiko dapat dilakukan dengan teknik atau metode ceramah ataupun diskusi interaktif, dengan menggunakan media komunikasi yang ada seperti media massa, televisi, radio, ataupun penyajian dalam format pemetaan menggunakan *Geographical Information System* (GIS).

## **Metode Penelitian**

Penelitian ini merupakan penelitian *cross sectional* dimana pengambilan sampel dilakukan pada waktu tertentu. Lokasi penelitian dilakukan di perusahaan yang bergerak di sektor industri percetakan yang berda di kota Surabaya. Subjek penelitian merupakan pekerja yang bekerja di dalam satu ruangan percetakan yang berjumlah 18 orang. Sampel penelitian ini menggunakan total populasi. Pengukuran sampel udara di lingkungan kerja dilakukan dengan mengambil sampel sebanyak 9 titik untuk mengetahui kadar toluen yang ada di lingkungan kerja. Teknik penilaian risiko yang menggunakan panduan dari *human health risk assessment* dari *United States Environmental Protection Agency* (USEPA).

Teknik pengujian sampel udara di lingkungan kerja dengan parameter toluen diuji dengan menggunakan metode *standart* dengan *flowrate* 0,2 liter per menit dengan media sampel *cacoal tube*. Selanjutnya sampel dibaca dengan menggunakan gas kromatografi semua data

hasil penelitian akan dianalisis secara deskriptif untuk mempermudah penyajian hasil penelitian.

Untuk menghitung *intake* atau asupan paparan, dalam penelitian ini menggunakan beberapa nilai faktor paparan standar untuk pekerja berdasarkan USEPA (2014) yang meliputi laju pernafasan (R), waktu pajanan/lama bekerja dalam sehari (te), frekuensi pajanan tahunan (fe) dan periode waktu rata-rata (tavg) [14] yang dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut:

**Tabel 1. Standar Nilai Faktor Paparan untuk Pekerja berdasarkan USEPA 2014**

Parameter	Satuan	Nilai
Laju pernafasan (R)	m <sup>3</sup> /jam	0,83
Berat badan (BW)	kg	80
Waktu paparan (te)	Jam/hari	8
Frekuensi pajanan (fe)	Hari/Tahun	250
Periode waktu rata-rata (tavg)	Tahun	70

Nilai referensi konsentrasi toluen (RfC) dalam penelitian ini menggunakan nilai referensi sebesar 5 mg/m<sup>3</sup> [15]. Berdasarkan nilai RfC selanjutnya dikonversikan kedalam nilai RfD dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{RfC (mg/m}^3\text{)} \times 20 \text{ m}^3\text{/day} / 70 \text{ kg} = \text{RfD (mg/kg/day)}$$

Dari persamaan diatas sehingga didapatkan nilai RfD sebesar 1,43 mg/kg/hari [16].

## Hasil

### Karakteristik Individu

Karakteristik individu pada pekerja dapat dilihat pada tabel 2 sebagai berikut:

**Tabel 2. Karakteristik Individu pada Pekerja**

Variabel	n	%
<b>Usia (tahun)</b>		
18 – 30	12	67
31 – 40	4	22
>40	2	11
<b>Masa kerja (tahun)</b>		
1 – 5	4	22
6 – 10	8	45
>10	6	33
<b>Jam kerja (jam)</b>		
≤ 8 jam	18	100
>8 jam	0	0
<b>Kebiasaan merokok</b>		
Ya	10	55
Tidak	8	45
<b>Menggunakan APD</b>		
Ya	18	100
Tidak	0	0

Dari variabel usia, rata-rata usia pekerja 30,6 tahun dan mayoritas pada rentang usia antara 18 – 30 tahun (67%), masa kerja rata-rata 9,2 tahun dan mayoritas masa kerja pada

rentang 6 – 10 tahun, kebiasaan merokok 55% pekerja merupakan perokok, jam kerja 100% selama 8 jam perhari dan 100% pekerja tidak menggunakan alat pelindung diri berupa masker.

### Hasil Pengujian Toluena di Lingkungan Kerja

Pengujian dilakukan pada 9 titik dalam satu ruangan sehingga diperoleh pola sebaran konsentrasi toluena di satu area ruang kerja. Hasil pengujian konsentrasi toluena di lingkungan kerja dapat dilihat pada tabel 3 sebagai berikut:

**Tabel 3. Hasil Pengukuran Kadar Toluena di Lingkungan Kerja**

Lokasi	Hasil Pengukuran (ppm)	Hasil Pengukuran (mg/m <sup>3</sup> )
Titik 1	4,8	18,1
Titik 2	5,5	20,9
Titik 3	4,7	17,9
Titik 4	7,9	29,8
Titik 5	9,7	36,4
Titik 6	9,5	35,7
Titik 7	9,8	36,8
Titik 8	21,8	82,0
Titik 9	28,1	106
<b>Rata-rata</b>	<b>11,3</b>	<b>42,6</b>

Dari tabel 3 dapat dilihat hasil pengukuran kadar toluena di lingkungan kerja pada 9 titik rata-rata sebesar  $11,3 \pm 8,1$  ppm dengan kisaran 4,7 – 28,1 ppm.

### Karakteristik Risiko

Perhitungan dosis rata-rata harian seumur hidup yang diterima oleh pekerja dihitung berdasarkan nilai konsentrasi rata-rata toluena yang didapatkan dari pengukuran lingkungan kerja. Untuk waktu paparan dihitung berdasarkan masa kerja saat ini (*realtime*) yang direpresentasikan sebagai lama paparan dalam satuan tahun. Berdasarkan dari data hasil penelitian nilai dosis rata-rata harian seumur hidup dapat dilihat pada tabel 4 sebagai berikut :

**Tabel 4. Perhitungan Dosis Rata-Rata Harian Seumur Hidup**

Responden	Dosis (mg/kg/hari)	Responden	Dosis (mg/kg/hari)
1	0,48436	10	0,27677
2	0,51895	11	0,17298
3	0,33559	12	0,41516
4	0,16952	13	0,53625
5	0,16952	14	0,27677
6	0,20758	15	0,17298
7	0,48436	16	0,27677
8	0,20758	17	0,41516
9	0,27677	18	0,34597

Dari hasil perhitungan dosis rata-rata harian seumur hidup akan dibandingkan dengan konsentrasi referensi toluena sebesar  $5 \text{ mg/m}^3$  yang sudah dikonversi ke dalam nilai referensi dosis (RfD) yang telah dihitung sebesar  $1,43 \text{ mg/kg/hari}$ . untuk mendapatkan nilai risiko atau



*Risk Quotient* (RQ). Nilai *Risk Quotient* (RQ) pada setiap responden dapat dilihat pada tabel 5 sebagai berikut:

**Tabel 5. Nilai *Risk Quotient* (RQ)**

<i>Responden</i>	<i>Risk Quotient</i>	<i>Responden</i>	<i>Risk Quotient</i>
1	0,34	10	0,19
2	0,36	11	0,12
3	0,23	12	0,29
4	0,12	13	0,38
5	0,12	14	0,19
6	0,15	15	0,12
7	0,34	16	0,19
8	0,15	17	0,29
9	0,19	18	0,24

Dari tabel 5 dapat dilihat semua nilai RQ <1 yang menunjukkan bahwa belum adanya kemungkinan terjadinya efek yang merugikan.

## **Pembahasan**

Melebihi atau tidaknya suatu konsentrasi zat pencemar di lingkungan kerja terhadap nilai ambang batas tidak dapat disimpulkan sebagai titik aman atau tidaknya suatu bahan [17]. Kadar terukur toluen di lingkungan kerja rata-rata sebesar  $11,3 \pm 8,1$  ppm dengan kisaran 4,7 – 28,1 ppm. Salah satu studi menyimpulkan bahwa paparan toluen konsentrasi rendah pada pekerja dapat meningkatkan disfungsi penciuman hal ini menjadi efek awal dari bahaya paparan toluene [18]. Toluene tidak bersifat karsinogenik, tetapi dapat menimbulkan efek merugikan bagi organ sistem reproduksi, terutama ketika paparan kronis pada konsentrasi rendah hingga tinggi [19]. Konsentrasi Referensi Penghirupan (RfC) 0,4 mg toluena /m<sup>3</sup> atau 0,1 ppm dikembangkan oleh EPA A.S. untuk melindungi populasi umum yang terpapar toluen secara kronis [20].

Efek kesehatan akibat paparan toluen dapat terjadi lebih cepat pada pekerja karena dari hasil penelitian didapatkan 100% pekerja tidak menggunakan alat pelindung diri dan 55% pekerja merupakan perokok. Pekerja yang terpapar toluen tanpa menggunakan alat pelindung diri terbukti mengalami peningkatan asam hipurat urin salah sebagai indikator dari paparan toluene [21]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa masa hidup limfosit dapat dipersingkat karena merokok dan pajanan toluene [22].

Dari hasil karakterisasi risiko pada pekerja yang terpapar toluen dengan konsentrasi yang telah didapatkan dari hasil pengujian dan berdasarkan dari lama paparan yang telah diterima oleh pekerja didapatkan hasil nilai risiko kurang dari 1 atau RQ<1 yang berarti risiko masih

dapat diterima artinya kemungkinan terjadinya efek masih belum terjadi pada saat ini. Risiko akan berbeda pada masa yang akan datang apabila konsentrasi toluen tidak dikendalikan dengan baik. Konsentrasi toluen di lingkungan kerja mempunyai hubungan yang signifikan terhadap nilai RQ, semakin tinggi konsentrasi toluen maka nilai RQ juga semakin tinggi [23].

### **Kesimpulan**

Hasil pengujian toluen di lingkungan kerja rata-rata sebesar  $11,3 \pm 8,1$  ppm dengan kisaran 4,7 – 28,1 ppm. Hasil analisis risiko dari semua responden belum menunjukkan adanya risiko terhadap efek dari toluen akan tetapi perlu diperhatikan dalam jangka waktu yang lama karena risiko akan bertambah seiring dengan masa kerja apabila tidak disertai dengan pengendalian lingkungan kerja yang baik.

### **Saran**

Saran yang dapat disampaikan dari hasil penelitian ini antara lain:

1. Mengganti bahan pelarut yang mengandung toluen dengan bahan lain yang lebih aman.
2. Isolasi sumber toluen dengan cara menyediakan ruangan khusus untuk proses *printing*.
3. Mendesain ventilasi yang baik agar sirkulasi udara dapat berjalan dengan baik sehingga mempercepat terjadinya penguraian uap pelarut yang ada di lingkungan kerja.
4. Mempertahankan konsentrasi toluen di lingkungan kerja agar tetap dalam batas di bawah *action level*.
5. Melakukan pemeriksaan kesehatan secara berkala.
6. Edukasi pekerja terhadap bahaya toluen dan faktor-faktor risiko yang dapat mempengaruhi efek kesehatan.
7. Menggunakan alat pelindung diri berupa masker yang sesuai dengan risiko bahaya.

### **Ucapan Terima Kasih**

Berisi ucapan terima kasih kepada orang/kelompok/organisasi/lembaga atas dukungannya sehingga penelitian dapat dilakukan dengan baik.

### **Daftar Pustaka**

1. ACGIH. (2019). *Special Note to User*. [www.acgih.org](http://www.acgih.org).
2. Akbaş, E., Derici, E., Söylemez, F., Kanik, A., & Polat, F. (2004). An investigation of effects of toluene and cigarette smoking on some blood parameters and lymphocyte life

- 
- span. *Cell Biology and Toxicology*, 20(1), 33–40.  
<https://doi.org/10.1023/b:cbto.0000021150.64840.6b>
3. Ashari, A., Naiem, M. F., & Rahim, M. R. (2013). *Gambaran Keluhan Gangguan Kesehatan Pada Operator Percetakan Kota Makassar Tahun 2013 Description of Complaints on Health Disorders Makassar City Printing Operator in 2013*. 1–10.
  4. Decharat, S. (2014). Prevalence of Acute Symptoms among Workers in Printing Factories. *Advances in Preventive Medicine*, 2014, 1–6.  
<https://doi.org/10.1155/2014/854052>
  5. Departement of Health and ageing Canberra. (2012). *ENVIRONMENTAL HEALTH RISK ASSESSMENT*.
  6. Edokpolo, B., Yu, Q. J., & Connell, D. (2014). Health risk assessment of ambient air concentrations of benzene, toluene and Xylene (BTX) in service station environments. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(6), 6354–6374.  
<https://doi.org/10.3390/ijerph110606354>
  7. Environmental Protection Agency. (2005). *Toluene ; CASRN 108-88-3*. 3, 1–33.
  8. Faradisha, J., Tualeka, A. R., Widajati, N., & Mulyono. (2019). Analysis of correlation between toluene exposure and health risk characterization on printing worker of plastic bags industry. *Indian Journal of Public Health Research and Development*, 10(6), 411–415. <https://doi.org/10.5958/0976-5506.2019.01307.X>
  9. Greenberg, M. M. (1997). The Central Nervous System and Exposure to Toluene: A Risk Characterization. *Environmental Research*, 72(1), 1–7.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1006/enrs.1996.3686>
  10. IPCS. (2004). Risk Assessment Terminology. *Chemistry International -- Newsmagazine for IUPAC*, 23(2). <https://doi.org/10.1515/ci.2001.23.2.34>
  11. Juárez-Pérez, C. A., Aguilar-Madrid, G., Sandoval-Ocaña, J., Cabello-López, A., Trujillo-Reyes, O., Madrigal-Esquivel, C., & Wesseling, C. (2019). Neuropsychological effects among workers exposed to organic solvents. *Salud Publica de Mexico*, 61(5), 670–677. <https://doi.org/10.21149/9800>
  12. Maryantari, E. S., & Keman, S. (2020). Analysis of health risk and respiratory complaints on footwear craftsman exposed to toluene vapour. *Journal of Public Health Research*, 9(2), 125–129. <https://doi.org/10.4081/jphr.2020.1818>
  13. Masekameni, M. D., Moolla, R., Gulumian, M., & Brouwer, D. (2019). Risk assessment of benzene, toluene, ethyl benzene, and xylene concentrations from the combustion of

- 
- coal in a controlled laboratory environment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(1). <https://doi.org/10.3390/ijerph16010095>
14. Nasrul. (2015). Manajemen Risiko Dalam Proyek Konstruksi Ditinjau Dari Sisi Manajemen Waktu. *Jurnal Momentum*, 17(1), 50–54.
  15. Prica, M., Kecić, V., Adamović, S., Radonić, J., & Sekulić, M. T. (2016). *Occupational Exposure to Hazardous Substances in Printing Industry*. 1–8.
  16. Rahman, A. (2007). Bahan Ajar Pelatihan ( Program Intensif Tingkat Dasar ) Pusat Kajian Kesehatan Lingkungan & Industri Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia Depok. *Fkm Ui*.
  17. Rahmatullah, M., Naiem, M. F., & Muis, M. (2013). *Keamanan Bahan Kimia Berbahaya Pada Karyawan Percetakan Kota Makassar*. 1–9.
  18. Ramli, S. (2010). *Manajemen Risiko: Dalam perspektif K3 OHS Risk Management*. Dian Rakyat.
  19. Sahri, M., & Widajati, N. (2013). Evaluation of Toluene Exposure in Workers at Industrial Area of Sidoarjo , Indonesia by Measurement of Urinary Hippuric Acid. *Asia Pacific Journal of Medical Toxicology*, 2(November), 145–149.
  20. Silvia L. Cruz, María Teresa Rivera-García, and J. J. W. (2014). Review of toluene action: clinical evidence, animal studies and molecular targets. *NIH Public Access*, 23(1), 1–7. <https://doi.org/10.1038/jid.2014.371>
  21. Sung, F. C., Chang, S. J., & Chen, C. J. (2005). HEARING LOSS IN WORKERS EXPOSED TO TOLUENE AND NOISE. *Epidemiology*, 16(5). [https://journals.lww.com/epidem/Fulltext/2005/09000/HEARING\\_LOSS\\_IN\\_WORKERS\\_EXPOSED\\_TO\\_TOLUENE\\_AND.63.aspx](https://journals.lww.com/epidem/Fulltext/2005/09000/HEARING_LOSS_IN_WORKERS_EXPOSED_TO_TOLUENE_AND.63.aspx)
  22. USEPA. (2014). Human Health Evaluation Manuel Supplementary Guidance: Update of Standard Default Exposure Factor. *United States Environmental Protection Agency*, 2004(July 2004), 6. <https://doi.org/OSWER Directive 9200.1-120>
  23. Wartono, M., Herkutanto, H., & Lestari, N. (2016). High toluene exposure risk increases risk of olfactory dysfunction in furniture workers. *Universa Medicina*, 34(1), 68. <https://doi.org/10.18051/univmed.2015.v34.68-76>.