

## ANALISIS RISIKO PENGGUNAAN TIMAH PB PADA PROSES SOLDERING BAGI KESEHATAN PEKERJA PT.XYZ

Siti Rahayu<sup>a\*</sup>, Siska Apri Andita<sup>b</sup>

<sup>a,b</sup> Teknik Industri, Universitas Pelita Bangsa, Jl. Inspeksi Kalimalang No.9, Cibatu, Cikarang Selatan, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat 17530

\* Corresponding author: [siti.rahayu@pelitabangsa.ac.id](mailto:siti.rahayu@pelitabangsa.ac.id)

### ABSTRAK

Timah (Pb) adalah salah satu logam berat yang sering digunakan dalam berbagai aplikasi industri, termasuk dalam pembuatan baterai, pelapis, dan solder. Timah juga dikenal memiliki dampak negatif terhadap kesehatan manusia. Paparan timah dalam jangka panjang dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan serius, seperti keracunan timah, gangguan sistem saraf, kerusakan ginjal, dan gangguan fungsi reproduksi. Oleh karena itu, penting untuk melakukan analisis risiko terkait paparan timah di tempat kerja untuk melindungi kesehatan pekerja. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan analisis risiko terhadap paparan timah (Pb) di lingkungan kerja PT.XYZ dan dampaknya bagi kesehatan pekerja. Meningkatkan pemahaman tentang risiko kesehatan yang terkait dengan penggunaan timah Pb pada proses *soldering* di industri manufaktur dan mengetahui perhitungan risiko dari timah Pb bagi kesehatan para pekerja *soldering*. Berdasarkan hasil wawancara terhadap karyawan PT.XYZ gangguan fisik yang muncul akibat paparan timbal Pb selama proses soldering yaitu, karyawan yang mengalami anemia sebesar 5%, Sesak nafas sebesar 52% dan karyawan yang mengalami gangguan berupa batuk sebesar 80%. Hasil perhitungan risiko paparan timbal Pb terhadap karyawan PT.XYZ, didapatkan hasil bahwa nilai RQ semua sample lebih kecil dari satu, yang artinya pajanan dinyatakan hanya memiliki risiko yang rendah.

**Kata Kunci:** *Timah (Pb), risiko, kesehatan pekerja*

### ABSTRACT

Tin (Pb) is a heavy metal that is often used in various industrial applications, including in the manufacture of batteries, coatings, and solder. Tin is also known to have negative impacts on human health. Long-term exposure to lead can cause various serious health problems, such as lead poisoning, nervous system disorders, kidney damage, and reproductive disorders. Therefore, it is important to conduct a risk analysis related to lead exposure in the workplace to protect workers' health. The purpose of this study was to conduct a risk analysis of lead (Pb) exposure in the PT.XYZ work environment and its impact on workers' health. Increase understanding of the health risks associated with the use of lead Pb in the soldering process in the manufacturing industry and determine the risk calculation of lead Pb for the health of soldering workers. Based on the results of interviews with PT.XYZ employees, physical disorders that arise due to exposure to lead Pb during the soldering process are, employees who experience anemia by 5%, shortness of breath by 52% and employees who experience disorders in the form of coughing by 80%. The results of the calculation of the risk of exposure to lead (Pb) for PT.XYZ employees showed that the RQ value of all samples was less than one, which means that exposure was stated to only have a low risk.

**Keywords:** *Lead (Pb), risks, worker health*

## 1. Pendahuluan

PT.XYZ, sebuah perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur pada komponen otomotif. PT.XYZ memiliki peran penting dalam industri ini dan menerapkan berbagai langkah untuk mengelola risiko kesehatan dan keselamatan kerja. Namun, dengan potensi risiko yang ditimbulkan oleh paparan timah, diperlukan analisis mendalam untuk mengevaluasi efektivitas langkah-langkah yang telah diambil dan untuk mengidentifikasi area yang memerlukan perbaikan.

Timah (Pb) adalah salah satu logam berat yang sering digunakan dalam berbagai aplikasi industri, termasuk dalam pembuatan baterai, pelapis, dan solder. Timah dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui tiga cara yaitu, melalui absorpsi di kulit, absorpsi melalui saluran pernapasan dan absorpsi melalui saluran pencernaan (Ervianti et al., 2021). Timah juga dikenal memiliki dampak negatif terhadap kesehatan manusia. Paparan timah dalam jangka panjang dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan serius, seperti keracunan timah, gangguan sistem saraf, kerusakan ginjal, dan gangguan fungsi reproduksi. Selain itu timah juga adalah salah satu faktor yang dapat meningkatkan risiko hipertensi (Flora et al., 2012). Oleh karena itu, penting untuk melakukan analisis risiko terkait paparan timah di tempat kerja untuk melindungi kesehatan pekerja.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan analisis risiko terhadap paparan timah (Pb) di lingkungan kerja PT.XYZ dan dampaknya bagi kesehatan pekerja. Meningkatkan pemahaman tentang risiko kesehatan yang terkait dengan penggunaan timah Pb pada proses *soldering* di industri manufaktur dan mengetahui perhitungan risiko dari timah pb bagi kesehatan para pekerja *soldering*.

## 2. Tinjauan Pustaka

### Metode Penyolderan

Metode penyolderan adalah teknik penyambungan komponen elektronik dengan menggunakan bahan solder yang meleleh pada suhu rendah untuk menciptakan sambungan listrik yang kuat dan andal. Proses ini umumnya melibatkan penggunaan *soldering iron* (besi solder), bahan solder (biasanya kawat timah atau campuran logam lain), dan *flux* untuk memfasilitasi aliran solder dan mencegah oksidasi. Berikut adalah langkah – langkah mengenai metode penyolderan:

1. Letakkan *Contact Plate* pada jig
2. Panaskan rivet dengan tip solder 2 – 3 detik, kemudian suplai timah sampai permukaan rivet tertutup dengan mengangkat tip solder sedikit menjauhi rivet
3. Tempelkan ujung *cord / wire* 1 – 2 detik ke tip solder, untuk memanaskan cord
4. lalu turunkan ujung *cord / wire* kedalam rivet untuk memulai peleburan dan penggabungan timah sampai rivet dan ujung *cord* tertutup solder (NOTE : tip solder tidak boleh lepas / terangkat dari *contact rivet*)
5. Gerakan tip solder hingga timah naik mengikuti arah *cord*
6. Pastikan tangan yang memegang *cord* tidak bergerak sampai warna timah berubah (dari silver mengkilap ke silver gelap) dan timah mengeras
7. Lakukan urutan 1 – 6 di atas ke rivet selanjutnya

8. Setelah akhir proses (1 *cycle* solder), bersihkan tip solder secara merata ke *sponge* dan letakkan solder gun ke stand solder (dudukan timah).

### Instruksi Kerja *Soldering*

Berikut adalah instruksi kerja *soldering* yang harus diperhatikan :

1. Persiapan *part* dan alat yang dibutuhkan
  - a. *Part* yang dibutuhkan
    - 1) Terminal Plate comp Hazard dan STARTER
    - 2) Cord
  - b. Alat yang dibutuhkan
    - 1) *Jig Soldering*
    - 2) *Solder Gun Set HAKKO*
    - 3) *Solder Wire*
    - 4) *Type tip solder 900M – T – 3C*
2. Prosedur Operasi Proses
  - 1) Letakkan *terminal plate comp, HAZARD & STARTER* ke base *jig soldering*, kemudian ambil CORD dan solderkan ke masing – masing terminal plate comp ( sudut penyolderan  $\pm 30^\circ$ )
  - 2) Cek kesesuaian hasil *soldering*
  - 3) Bersihkan flux yang menempel pada area *soldering* dengan *washing ultrasonic and drying*
3. Item Pengecekan
  - 1) Pastikan urutan solder sesuai
  - 2) Pastikan *wire* tidak rusak setelah dilakukan *soldering*
  - 3) Pastikan terminal plate comp tidak rusak setelah dilakukan *soldering*
  - 4) Hasil *soldering* sesuai dengan standar *soldering*
  - 5) Posisi, warna dan arah *wire* solder sesuai dengan yang telah ditentukan
  - 6) Pastikan tidak ada *flux* yang tersisa setelah dilakukan *washing ultasonic*
  - 7) Pastikan part kering dari *chemical* setelah dilakukan *drying*

## 3. Metode Penelitian

## 4. Hasil dan Pembahasan

Proses *soldering* adalah teknik penting dalam penyambungan komponen elektronik, menggunakan bahan solder yang biasanya berupa campuran logam dengan titik leleh rendah seperti timah (Pb) atau alternatif bebas timah. Proses ini melibatkan penggunaan besi solder yang dipanaskan hingga suhu antara 355 – 365 derajat Celsius untuk melelehkan solder dan menyambungkan komponen dengan kuat dan konduktif. Sebelum penyolderan, *flux* sering digunakan untuk membersihkan permukaan logam dan mencegah oksidasi, memastikan solder mengalir merata dan membentuk sambungan yang baik. Proses *soldering* dimulai dengan memanaskan titik sambungan menggunakan besi solder, kemudian menambahkan solder sehingga meleleh dan mengalir ke sekitar sambungan. Setelah itu, solder dibiarkan mendingin secara alami tanpa menggerakkan komponen agar sambungan tetap kuat. Setelah selesai, area yang disolder harus

diperiksa untuk memastikan tidak ada cacat dan dibersihkan dari sisa *flux* yang mungkin korosif.

Namun, proses *soldering* memiliki risiko kesehatan, terutama dari paparan timbal dan asap solder. Timbal ini berbahaya bagi tubuh manusia. Asap yang timbul saat menyolder memiliki kandungan timbal(Pb) hal ini dikarenakan timah solder merupakan campuran dari 63% timah dan 36% timbal. Timbal (Pb) merupakan salah satu logam berat yang sangat berbahaya bagi tubuh manusia (Irwan, 2021). Keracunan timbal pada taraf ringan dapat menyebabkan sakit kepala, iritasi, mudah lelah dan depresi. Sedangkan gejala keracunan berat akan menyebabkan kerusakan otak, ginjal dan hati (Ariyanto, 2022). Sementara asap solder mengandung bahan kimia berbahaya yang dapat mengiritasi saluran pernapasan. Asap yang mengandung timbal bersifat racun lama-kelamaan akan terakumulasi di dalam tubuh dan akan membahayakan tubuh (Asrama, 2013). Untuk mengurangi risiko ini, penulis melakukan analisis terhadap resiko yang dapat terjadi akibat timbal yang terdapat pada timah pb diproses *soldering*.

Berikut adalah panduan umum mengenai informasi yang terdapat dalam *Material Safety Data Sheet* (MSDS) untuk bahan solder yang digunakan dalam proses soldering. MSDS adalah dokumen penting yang memberikan informasi tentang bahaya bahan kimia dan langkah-langkah keselamatan yang harus diambil saat menangani bahan tersebut.

1. Identifikasi Produk

- a. Nama Produk : Solder
- b. Kegunaan : untuk menyambungkan komponen
- c. Bahan yang digunakan : Timah Timbal



Gambar 1. Solder

- a. Nama Produk : WD - 40
- b. Kegunaan : untuk mencegah karat pada *jig soldering*
- c. Bahan yang digunakan : *Mineral oil*



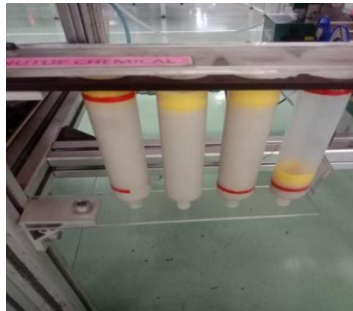
Gambar 2. WD - 40

- a. Nama Produk : Indoflux
- b. Kegunaan : Membersihkan sisa *flux* dan kotoran hasil *soldering*
- c. Bahan yang digunakan : metil etil keton (MEK), toluena, dan xilena



Gambar 3. Indoflux

- a. Nama Produk : *Permalube EM-7*
- b. Kegunaan : digunakan sebagai pelumas
- c. Bahan yang digunakan : *Base oil*



Gambar 4. Permalube EM-7

## 2. Identifikasi Bahaya

- 1) Timbal (Pb) adalah bahan beracun yang dapat menyebabkan keracunan jika terhirup, tertelan, atau terserap melalui kulit.
- 2) Asap *soldering* dapat mengandung bahan kimia berbahaya yang mengiritasi saluran pernapasan.
- 3) Kontak kulit dengan solder panas dapat menyebabkan luka bakar.

## 3. Tindakan pertolongan pertama

- 1) Inhalasi: Pindahkan orang yang terpapar ke udara segar. Jika gejala pernapasan berlanjut, segera cari bantuan medis.
- 2) Kontak Kulit: Cuci area yang terkena dengan air sabun yang banyak. Jika terjadi iritasi atau luka bakar, segera cari bantuan medis.
- 3) Kontak Mata: Bilas mata dengan air bersih selama beberapa menit. Angkat lensa kontak jika ada dan mudah untuk dilakukan. Segera cari bantuan medis.
- 4) Tertelan: Jangan memunculkan. Bilas mulut dengan air dan segera cari bantuan medis.

## Alat Pelindung Diri (APD) yang digunakan

Proses *soldering* bermanfaat untuk menghubungkan komponen elektronik. Namun, proses ini juga dapat menimbulkan bahaya jika tidak menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) yang tepat. Penggunaan APD sangat diperlukan, terutama pada pekerjaan yang mengandung resiko tinggi (Yusmardiansah, 2017). Berikut beberapa APD yang digunakan saat *soldering*:

1. Masker  
Melindungi saluran pernapasan dari asap solder, debu, dan uap kimia yang dapat menyebabkan iritasi, batuk, dan penyakit pernapasan lainnya.

2. Sepatu *Safety*  
Melindungi kaki dari benda tajam dan tetesan solder panas.

3. *Finger Coat*  
Melindungi tangan dari panas solder, besi solder, dan komponen yang panas.

### Analisis Risiko Timah Pb Soldering PT.XYZ

Proses *soldering* merupakan kegiatan yang umum dilakukan dalam bidang elektronika dan teknik. Meskipun terkesan sederhana, proses ini memiliki potensi bahaya bagi kesehatan dan keselamatan pekerja jika tidak dilakukan dengan benar. Kondisi Lingkungan Tempat Kerja

Kondisi lingkungan tempat kerja juga mempengaruhi risiko terhadap paparan timah pb bagi para pekerja. Berikut data indikator faktor lingkungan tempat kerja yang meliputi suhu udara, kelembaban udara, arah angin, kecepatan angin, dan data pengukuran Pb di udara lokasi PT.XYZ.

Tabel 1. Kondisi Lingkungan Fisik Tempat Kerja

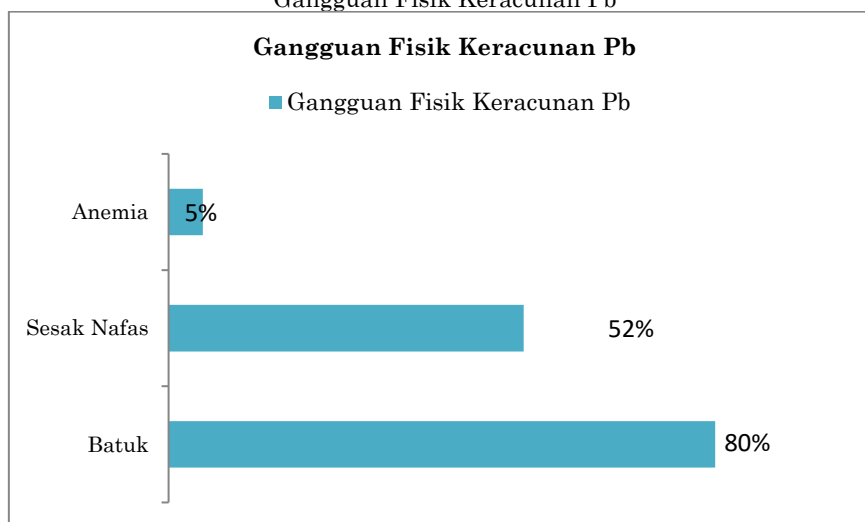
No.	Parameter Terukur	Rerata Pengukuran	Hasil
1.	Suhu Udara (°C)	30,5	
2.	Kelembabab Udara(%)	61,9	
3.	Arah Angin	Selatan	
4.	KecepatanAngin (m/s)	1,5	

Sumber: Data diolah oleh Penulis

Suhu udara sebesar 30,5 (°C) termasuk melebihi persyaratan kesehatan lingkungan tempat kerja yaitu sebesar 18 – 28 (°C). Pada suhu tersebut kondisi lingkungan kerja sudah terasa panas. Menurut Permenkes No. 1405 tahun 2002 kelembaban udara yang disyaratkan sebesar 40 – 60% sedangkan pada hasil pengukuran suhu kelembaban melebihi batas syarat yang ditetapkan.

Cuaca panas menyebabkan pekerja beraktivitas mengalami evaporasi sebagai hasil metabolisme tubuh dan perubahan kondisi lingkungan, dampaknya tubuh akan mengeluarkan cairan sebagai dampak dari penguapan tersebut. Tubuh akan memberikan respon untuk mengganti energi yang dikeluarkan dengan semakin cepat proses bernafas dan konsumsi air minum yang terpajan debu Pb. Gejala fisik keracunan Pb berdasarkan hasil pengamatan dan wawancara yang dilakukan dapat digambarkan sebagai berikut :

Tabel 2.  
 Gangguan Fisik Keracunan Pb



Sumber: Data diolah oleh Penulis

Lamanya kerja bertahun-tahun terpajan Pb menyebabkan tubuh tidak dapat mengabsorbsi Pb dalam darah sehingga Pb dalam darah terus-menerus terakumulasi menjadi banyak dan mengendap menjadi racun. Gangguan fisik akibat keracunan Pb yang terbanyak adalah Batuk. Pada tingkat pajanan yang lebih rendah, terjadi penurunan kecepatan bereaksi, memburuknya koordinasi tangan-mata, dan menurunnya kecepatan konduksi syaraf.

### Perkiraan Resiko Timbal Pb

#### 1. Konsentrasi timbal Pb yang terpapar terhadap para pekerja PT.XYZ

Tabel 3.  
 Hasil Konsentrasi Timbal Pb yang Terpapar terhadap Karyawan PT.XYZ

No	Nama Sample	Sample yang Terpapar	Konsentrasi Ambient Timbal Pb (mg/M <sup>3</sup> )	Baku Mutu (mg/M <sup>3</sup> )
1	Sample 1	0.0216	0.0028	0.05
2	Sample 2	0.0088	0.00116	0.05
3	Sample 3	0.0090	0.00118	0.05
4	Sample 4	0.0683	0.0089	0.05
5	Sample 5	0.0285	0.0038	0.05
6	Sample 6	0.0210	0.0027	0.05
7	Sample 7	0.0239	0.0031	0.05
8	Sample 8	0.0096	0.0013	0.05
9	Sample 9	0.0359	0.0047	0.05
	<b>Rata-rata</b>	<b>0.0252</b>	<b>0.00329</b>	<b>0.05</b>
	<b>Minimum</b>	<b>0.088</b>	<b>0.00116</b>	<b>0.05</b>
	<b>Maksimum</b>	<b>0.0683</b>	<b>0.0089</b>	<b>0.05</b>

Sumber: Data diolah oleh Penulis

Berdasarkan tabel di atas diketahui nilai maksimum konsentrasi ambient timbal sebesar 0.0089, nilai minimum sebesar 0.00116, dengan nilai rata-rata sebesar 0.00329. konsentrasi tertinggi dan terendah masih berada di bawah ambang batas normal timbal Pb.



Tabel 4.  
Karakteristik Antropometri Timbal Pb yang Terpapar pada Karyawan PT.XYZ

No	Nama	Umur (tahun)	Laju asupan M <sup>3</sup> /jam	waktu pajanan (jam)	durasi pajanan (tahun)	frekuensi pajanan (hari/tahun)	berat badan (kg)
1	sample 1	25	0.83	8	6	250	55
2	sample 2	28	0.83	8	8	250	57
3	sample 3	30	0.83	8	10	250	59
4	sample 4	27	0.83	8	8	250	60
5	sample 5	25	0.83	8	4	250	57
6	sample 6	24	0.83	8	5	250	62
7	sample 7	26	0.83	8	8	250	61
8	sample 8	31	0.83	8	12	250	59
9	sample 9	23	0.83	8	4	250	58
<b>Rata-rata</b>		<b>27</b>	<b>0.83</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>250</b>	<b>59</b>
<b>Minimum</b>		<b>23</b>	<b>0.83</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>250</b>	<b>55</b>
<b>maksimum</b>		<b>31</b>	<b>0.83</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>250</b>	<b>62</b>

Sumber: Data diolah oleh Penulis

### Analisis Pemajanan Timbal Pb

Untuk mengetahui besarnya resiko yang diterima, maka harus dilakukan perhitungan terlebih dahulu terhadap intake timbal Pb yang terpapar ke tubuh.

Rumus yang digunakan dalam perhitungan nilai intake adalah (Watts, 1997):

$$I = \frac{C \times CR \times EFD}{BW} \times \frac{1}{AT}$$

Keterangan:

I = intake (mg/kg.hari)

C = konsentrasi kontaminan di udara (mg/m<sup>3</sup>)

CR = laju inhalasi (m<sup>3</sup>/hari)

EFD = frekuensi dan durasi pemaparan. EFD biasanya dibagi menjadi 2 bagian, yaitu:

- EF = frekuensi pemaparan (hari/tahun)
- ED = durasi pemaparan (tahun)

BW = berat tubuh orang yang terpapar (kg)

AT = waktu rata-rata pemaparan (hari)

Karakteristik risiko dilakukan untuk memperoleh nilai besarnya risiko individu berdasarkan intake yang diterima. Nilai risiko dapat di hitung dengan rumus:

$$RQ = \frac{I}{RFC}$$

Hasil perhitungan RQ akan menunjukkan tingkat bahaya suatu pajanan. Apabila nilai RQ>1, maka suatu keadaan dapat dinyatakan memiliki resiko yang tinggi dan dapat menyebabkan efek bahaya bagi kondisi kesehatan, sedangkan apabila nilai RQ<1, maka pajanan dapat dikatakan memiliki resiko yang rendah terhadap kesehatan tubuh. Perhitungan tingkat risiko paparan timbal Pb dapat dilihat pada tabel 5.3 di bawah ini:



Tabel 5.  
Nilai *Intake* dan *Risk Quotient* (RQ) yang terpapar timbal Pb pada Karyawan PT.XYZ

No	Nama	<i>Intake</i> Responden	<i>Risk Quotient</i> (RQ)
1	Sample 1	0.0000463	0.009
2	Sample 2	0.0000247	0.005
3	Sample 3	0.0000303	0.006
4	Sample 4	0.000179	0.036
5	Sample 5	0.0000404	0.008
6	Sample 6	0.0000330	0.007
7	Sample 7	0.0000616	0.012
8	Sample 8	0.0000394	0.008
9	Sample 9	0.0000491	0.009
<b>Rata - rata</b>		<b>0,0000560</b>	<b>0.011</b>
<b>Maksimum</b>		0.000179	<b>0.036</b>
<b>Minimum</b>		0.0000247	<b>0.005</b>

Sumber: Data diolah oleh Penulis

Berdasarkan tabel 5.3 didapatkan hasil bahwa, nilai RQ di bagian *soldering* PT.XYZ semuanya memiliki risiko yang rendah yang hanya memiliki efek gangguan ringan seperti, batuk, pusing, dan sesak napas. Diketahui juga bahwa nilai RQ terbesar ada pada sample 4 sebesar 0.036.

## 5. Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil wawancara terhadap karyawan PT.XYZ gangguan fisik yang muncul akibat paparan timbal Pb selama proses soldering yaitu, karyawan yang mengalami anemia sebesar 5%, Sesak nafas sebesar 52% dan karyawan yang mengalami gangguan berupa batuk sebesar 80%
2. Berdasarkan perhitungan risiko paparan timbal Pb terhadap karyawan PT.XYZ, didapatkan hasil bahwa nilai RQ semua sample lebih kecil dari satu, yang artinya pajanan dinyatakan hanya memiliki risiko yang rendah.

## Pustaka

- [1] Ariyanto, D. (2022). Prototype Alat Penghiasap Asap Solder Menggunakan Sensor Kualitas Udara dan Filter Udara Berbasis IoT. *Indonesian Journal of Laboratory*, 5(2), 44. <https://doi.org/10.22146/ijl.v5i2.75415>
- [2] Asrama, I putu Gede. 2013. Pengaruh asap solder terhadap kesehatan dan minat belajar siswa SMK di bengkel elektro, Bali : Universitas Pendidikan Ganesha
- [3] Ervianti, T., Ikhtiar, M., Bintara, A., Hasanuddin, & Habo, H. (2021). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Pajanan Timbal (Pb) pada Pa'limbang-limbang di Jl.Urip Sumoharjo Kota Makassar. *Jurnal Sanitasi Dan Lingkungan*, 2(1), 128–138. <https://e-journal.sttl-mataram.ac.id>
- [4] Flora, G., Gupta, D., & Tiwari, A. (2012). Toxicity of lead: A review with recent updates. *Interdisciplinary Toxicology*. Vol 5(2), pp. 47–58..
- [5] Yasmardiansah. (2017). Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Penggunaan Alat Pelindung Diri pada Pekerja Bagian Produksi Unit Chlor Alkali PT. IKPP Perawang Tbk Tahun 2016. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. Vol 1(1), pp.2623-1573.