



Jurnal

Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan (JK3L)

Volume 05 No 1 Tahun 2024



ISSN 2776-4133



Dampak Paparan Timbal terhadap Anemia Pekerja dan Strategi Intervensi

Impact of Lead Exposure on Anemia at Worker and Intervention Strategies

Yumna Satyani Lasiyo, Doni Hikmat Ramdhan*

Departemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia

***Corresponding Author : Doni Hikmat Ramdhan**

Email : yumna.satyani@ui.ac.id , doni@ui.ac.id

ABSTRAK

Keracunan timbal masih merupakan kasus besar terkait permasalahan industri dan lingkungan hidup di wilayah negara berkembang. Dalam dekade terakhir telah dilakukan beberapa penelitian mengenai dampak paparan timbal pada kesehatan, salah satunya risiko anemia baik pada pekerja maupun masyarakat sekitar pabrik yang terpajan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui dampak dari timbal terhadap risiko anemia di lingkungan kerja, dan strategi intervensi yang dapat dilakukan oleh pihak yang terkait. Penelitian ini termasuk tinjauan literatur yang diperoleh dari pencarian dengan sistem PRISMA 2009. Dari 246 jurnal yang didapatkan dari pencarian pertama, didapatkan sebanyak 20 jurnal yang masuk dalam penelitian ini. Hasil penelitian didapatkan faktor yang mempengaruhi kadar timbal dalam darah adalah kondisi lingkungan, penggunaan APD, perilaku higiene pekerja, dan durasi bekerja baik harian atau jangka panjang. Anemia menjadi salah satu gejala yang dominan dan memiliki dampak pada produktifitas kerja. Strategi intervensi kasus anemia karena paparan timbal yang dapat dilakukan dengan prinsip *hierarchy control* dan perbaikan perilaku higiene individu, serta pemberian suplemen tambahan. Pada kasus berat, terapi kelasi dan alternatif perlu dipertimbangkan. Pengendalian dampak paparan timbal perlu dilakukan oleh manajemen perusahaan dan membutuhkan partisipasi pekerja agar terlindung dari efek intoksikasi pada kesehatan.

Kata Kunci : Paparan Timbal, Anemia, Pekerja, Lingkungan Kerja, Intervensi Anemia

ABSTRACT

Lead poisoning is still a major case of industrial and environmental problems in developing countries. In the last decade, several studies have been conducted on the impact of lead exposure on health, one of which is the risk of anemia in both workers and communities around exposed factories. The aim of this research is to determine the impact of lead on the risk of anemia in the work environment, and intervention strategies that can be carried out by the parties involved. This research includes a literature review obtained from a search using the PRISMA 2009 system. Of the 246 journals obtained from the first search, 20 journals were included in this research. The research results showed that factors that influence blood lead levels are environmental conditions, work area, use of PPE, worker hygiene behavior, and duration of work, either daily or long term. Anemia is one of the dominant symptoms and has an impact on work productivity. Intervention strategies for cases of anemia due to lead exposure can be carried out using the principle of hierarchy control and improving individual hygiene behavior, as well as providing additional supplements. In severe cases, chelation and alternative therapies need to be considered. Controlling the impact of lead exposure needs to be carried out by company management and requires worker participation to be protected from the effects of intoxication on health.

Keywords: Lead Exposure, Anemia, Workers, Work Environment, Anemia Intervention

PENDAHULUAN

Penggunaan logam berat timbal di bidang industri dapat menyebabkan permasalahan pada kesehatan baik pada pekerja maupun lingkungan sekitar. Saat ini, keracunan timbal jarang terlihat di negara-negara maju, namun masih merupakan temuan terkait permasalahan lingkungan hidup di wilayah negara berkembang¹.

Timbal merupakan logam beracun yang secara alami ditemukan di alam, digunakan secara luas pada berbagai produk atau bahan industri. Sifat timbal lunak, elastis, daya regang rendah dan konduktor lemah terhadap listrik, dan tahan korosi. Dalam bentuk bubuk, timbal memiliki reaktivitas rendah dengan terbentuknya lapisan pelindung tipis dari senyawa tidak larut seperti oksida, sulfat, atau oksikarbonat. Karena sifatnya yang demikian, logam ini digunakan dalam berbagai industri untuk kebutuhan hidup manusia. Namun timbal tidak bisa di biodegradasi, tidak akan menghilang melainkan terakumulasi, baik di tubuh manusia atau alam². Pada kehidupan manusia, paparan timbal dapat terjadi melalui faktor pekerjaan ataupun pencemaran lingkungan. Sebagian besar timbal digunakan pada industri baterai asam timbal untuk kendaraan bermotor. Timbal juga ditemukan pada amunisi, pipa, pelapis kabel, material konstruksi, pelapis keramik dan sebagai stabilizer pada plastik³. Pencemaran lingkungan berasal dari penambangan, peleburan, produksi dan daur ulang. Deposisi timbal tersebut dapat tersimpan di tanah dan sumber mata air, sehingga manusia yang tinggal di daerah sekitar industri dapat terkontaminasi oleh logam ini⁴. Selain itu proses industri pabrik pengolahan logam dapat melepaskan sumber pencemaran emisi timbal ke udara, sehingga seseorang yang tinggal dekat di sekitar fasilitas tersebut memiliki resiko tinggi terpajan udara yang terkontaminasi⁵.

WHO memperkirakan terdapat 120 juta orang di seluruh dunia memiliki *blood lead level* (BLL) tinggi lebih dari 10 $\mu\text{g/dL}$ ⁶. Beberapa penelitian sebelumnya telah mempelajari tentang efek timbal terhadap kesehatan seperti fungsi neurologis,

hematologi, kardiovaskuler, ginjal, nyeri kepala, atau nyeri perut berulang⁶⁻⁹. Timbal dapat menggantikan kalsium di dalam sel dan mengganggu aktifitas biologi dari organ dimana terdapat kalsium di dalamnya seperti tulang dan sistem syaraf. Kondisi neurotoksisitas yang menimbulkan gejala *encephalopathy* seperti gangguan ingatan jangka pendek, gangguan kesadaran dan kejang, ditemukan pada anak-anak yang tinggal di sekitar pabrik daur ulang baterai asam timbal yang memiliki BLL lebih dari 70 $\mu\text{g/dL}$. Stunting dan IQ yang lebih rendah daripada kelompok yang tidak terpajan juga menjadi temuan pada FDG yang dilakukan di pabrik daur ulang baterai di Indonesia. Akumulasi timbal dapat merusak sistem saraf tepi dan pusat sehingga berbahaya bagi perkembangan anak-anak^{4,6,10}. Pada sistem hematologi, timbal dapat membuat ikatan dengan protein darah, haemoglobin dan protein plasma, kemudian akan mengganggu sintesis sel darah merah dan tranfer oksigen ke sel sel tubuh¹¹. Kondisi anemia ini dapat mengurangi pasokan oksigen ke seluruh tubuh dan mempengaruhi konsentrasi, kebugaran pekerja yang berdampak pada efektifitas dan produktifitas¹².

Pengendalian pada penggunaan logam berat timbal harus dilakukan oleh tim K3 dan manajemen untuk mengeliminasi atau meminimalisir dampak yang dapat terjadi pada pekerja. Dalam lingkup *industrial hygiene*, pemahaman mengenai hazard dapat menggunakan konsep AREC yaitu *anticipation, recognition, evaluation and control*. Metode pengendalian bahaya dapat menggunakan prinsip *hierarchy control* yaitu eliminasi, rekayasa teknik pengendalian administrasi, dan alat pelindung diri (APD)¹³. Terapi intensif pada kondisi keracunan timbal juga diperlukan untuk dapat menyelamatkan pekerja dari gangguan kesehatan lebih lanjut¹⁴.

Tujuan penelitian ini adalah untuk memberikan tinjauan menyeluruh tentang dampak paparan timbal terhadap kesehatan pekerja yaitu risiko anemia, termasuk mekanisme toksikologi paparan timbal, jenis pekerjaan yang paling rentan terhadap paparan timbal, dan strategi pencegahan dan mitigasi yang dapat digunakan untuk melindungi pekerja dari risiko kesehatan yang tidak diinginkan. Penelitian ini diharapkan dapat

memberikan wawasan berharga bagi peneliti, praktisi kesehatan, dan pembuat kebijakan untuk meningkatkan perlindungan pekerja dan merancang kebijakan yang lebih baik untuk menangani masalah ini secara holistik.

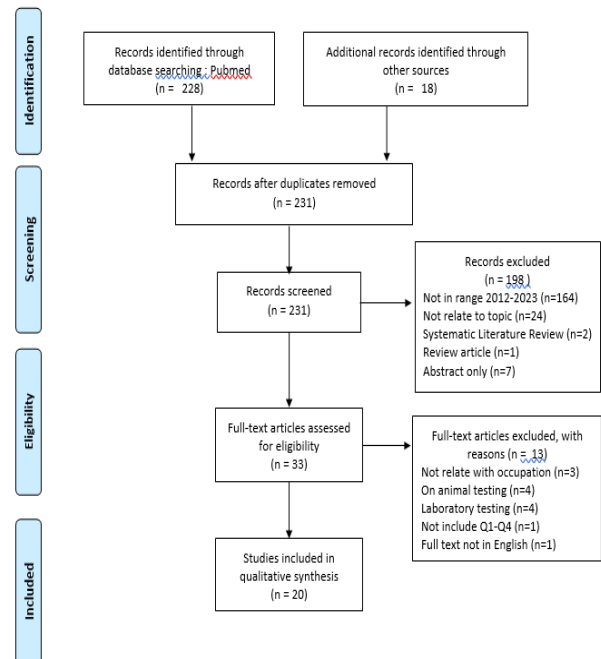
METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode studi tinjauan literatur dengan pedoman PRISMA (*Preferred Reporting Items For Systematic Reviews and Meta Analysis*) Guidance 2009, untuk memilih penelitian terkait pengaruh timbal pada kesehatan yang terkait dengan tempat kerja. Data yang digunakan berupa hasil penelitian terdahulu seperti jurnal dan *case report*. Database yang digunakan dari *Scopus*, *Pubmed*, dan *Lens.org*. Langkah selanjutnya adalah menyaring artikel melalui tahun penerbitan artikel, judul, metode penelitian, dan ranking di Scimago Jr. Artikel yang diteliti adalah yang terindeks Scopus Q1-Q4, dalam bahasa Inggris dan tersedia *fulltext*. Artikel kemudian dicermati yang termasuk kriteria inklusi dan eksklusi.

Identifikasi masalah yang digunakan menggunakan metode PICO, yaitu *Population* : pekerja atau masyarakat yang terpajan timbal terkait tempat kerja; *Intervention/Eksposure* : timbal dan intervensi pada kondisi anemia; *Comparative* : seseorang yang tidak terpajan timbal atau memiliki *blood lead level* di bawah nilai rujukan; *Outcome* : dampak timbal pada risiko anemia dan strategi intervensinya. Jurnal yang termasuk dalam penelitian ini adalah yang terkait dengan efek paparan timbal di tempat kerja terhadap kesehatan, terutama pengaruhnya pada anemia. Selain itu juga mempelajari strategi intervensi pada kondisi anemia yang disebabkan oleh paparan timbal. Kriteria inklusi pada penelitian ini adalah jurnal atau laporan kasus yang dipublikasikan antara tahun 2013 hingga 2023. Artikel yang dipilih yang menggunakan studi *cross sectional*, *cohort*, *randomized control trial* ataupun *case report*. Kriteria eksklusi adalah penelitian pada subjek hewan, laboratorium *in vitro* ataupun *in vivo*, dan keracunan timbal yang tidak terkait tempat kerja. Jurnal yang berfokus pada senyawa terkait timbal atau zat lain tidak diikutsertakan pada penelitian ini.

Hasil pencarian dari tahun 2013-2023,

dari database Pubmed pada kombinasi keyword “anemia “ *lead pb exposure*” “*worker*” “*anemia intervention*” ditemukan 228 jurnal yang kemudian didapatkan 13 jurnal yang sesuai. Dari database Scopus dan lens.org dengan kombinasi keyword “*lead AND pb AND anemia AND worker*”, “*lead exposure*”, “*anemia intervention*” ditemukan 18 jurnal dan didapatkan 7 jurnal yang sesuai dengan kriteria eligibilitas. Sehingga total dari jurnal yang diikutsertakan sebanyak 20. Setiap penelitian yang sudah memenuhi kriteria eligible, berikut data yang dikumpulkan yaitu : identitas penelitian (penulis dan tahun) judul dan indeks *scopus*, metode, sampel/populasi, dan hasil penelitian.



Gambar 1. Alur Prisma 2009

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut Hasil jurnal yang terpilih dalam *literature review* mengenai paparan timbal pada risiko anemia dan strategi intervensinya, dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Kualitas Penelitian Hasil Studi

No	Peneliti/Tahun	Judul penelitian	Metode	Sampel/Populasi	Hasil
1	Upadhyay et al., 2022	A Comparative Health Assessment of Occupationally Lead Exposed Individuals with Blood Lead Levels Range across Upper Acceptable Limit (SJR: Q3)	Cross Sectional	Sampel 803, usia > 18 tahun	Kelompok dengan BLL tinggi diatas 40 µg/dL mengalami anemia (p=0.004) dan gejala anemia berupa pucat (p=0.002) dibandingkan kelompok acceptable BLL.
2	Slota et al., 2021	Relationship between lead absorption and iron status and its association with oxidative stress markers in lead-exposed workers (SJR: Q2)	Cross sectional	Sampel 270 pekerja pria	Tidak ada korelasi signifikan antara konsentrasi serum Fe dengan PbB. Kelompok H-Fe memiliki ZPP lebih rendah dan TAC lebih tinggi. Level Hb lebih tinggi pada H-Fe daripada L-Fe (p=0.014)
3	Li & Taneepanichkul, 2021	Associations between welding fume exposure and blood hemostatic parameters among workers exposed to welding fumes in confined space in Chonburi, Thailand (SJR: Q3)	Cross sectional	Sampel 86 pekerja pria	Kelompok welder terpajan Mn dan Cr 3-4x lebih tinggi daripada non welder (p=0.001 dan p=0.032). Kelompok welder memiliki Hct lebih tinggi daripada non welder (p=0.026). Terdapat korelasi negatif antara WBC dengan grup terpajan Mn (p=0.045), namun tidak ada hasil signifikan antara WBC dengan tipe pekerjaan
4	Baloch et al., 2020	Occupational exposure of lead and cadmium on adolescent and adult workers of battery recycling and welding workshops: Adverse impact on health (SJR: Q1)	Cross sectional	Sampel 375 pekerja, 220 dewasa (20-45 tahun) dan 155 remaja (12-18 tahun)	Terdapat korelasi signifikan antara level Pb darah dengan hemoglobin pada dewasa (r=-0.78).
5	Kaneko et al., 2020	Occupational Lead Poisoning in a Patient with Acute Abdomen and Anemia Normocytic (SJR: Q3)	Case Report	Laporan 1 kasus	Pekerja mengalami nyeri abdomen, normocytic anemia, terdapat <i>high density area</i> pada lambung dan usus halus ,susppek partikel timbal. Kondisi klinis dan level Pb darah membaik setelah ronde ke4 pemberian CaEDTA
6	Teerasarnitpan et al., 2020	Changes in Inflammatory Cytokines, Antioxidants and Liver Stiffness after Chelation Therapy in Individuals with Chronic Lead Poisoning	Cohort	Sampel 86 pekerja	Durasi paparan timbal berhubungan secara signifikan dengan derajat fibrosis hati (p=0.021). Terapi chelasi menurunkan BLL (p <0.001) , <i>liver stiffness</i> (p=0.001), dan

No	Peneliti/Tahun	Judul penelitian	Metode	Sampel/Populasi	Hasil
		(SJR: Q2)			sitokin pro inflamasi (p <0.001)
7	Du et al., 2020	Rare Cases of Severe Life-Threatening Lead Poisoning due to Accident or Chronic Occupational Exposure to Lead and Manganese: Diagnosis, Treatment, and Prognosis (SJR: Q3)	Case Report	Laporan 2 kasus	Manifestasi keracunan timbal akut dan kronik berbeda. Akut terdapat kerusakan hati berat, kronik terdapat lead lines di gusi, dan memiliki kanker paru. Terapi chelasi dengan CaNa2EDTA terbukti menjadi <i>life saving therapy</i> .
8	Shaikh et al., 2019	Geochemical exposure of heavy metals in environmental samples from the vicinity of old gas mining area in northern part of Sindh Pakistan. (SJR: Q1)	Cross sectional	Sampel 375 anak (expose 185, non expose 190)	Hb anak terpajan lebih rendah dari anak tidak terpajan, dan Cd Pb memiliki korelasi negatif dengan kadar Hb (r=-0.572 to -0.784 p < 0.01)
9	Mohammadyan et al., 2019	Investigation of occupational exposure to lead and its relation with blood lead levels in electrical solderers (SJR: Q2)	Cross Sectional	Sampel 40 pekerja solder wanita	Terdapat hubungan signifikan antara konsentrasi timbal udara dg BLL. Factor yang mempengaruhi lingkungan udara pekerja, BMI, musim. Upaya : <i>lead free alloys</i> , ventilasi lokal, dan menurunkan waktu paparan.
10	Goel & Chowgule, 2019	Outbreak investigation of lead neurotoxicity in children from artificial jewelry cottage industry (SJR: Q1)	Case-control	Laporan kasus 29 anak (15 kasus 14 kontrol)	BLL case lebih besar dari control (p<0.001), Hb case lebih rendah daripada control (p 0.002) dan ada korelasi negative antara BLL dan Hb. Seluruh kasus dirujuk ke faskes lanjutan untuk dilakukan terapi chelation. Keracunan timbal akut diakibatkan dari aerosol timbal dan ventilasi buruk. Lead smelting dalam rumah menjadi faktor resiko yg berhubungan dengan BLL tinggi (p=0.04)
11	Hsieh et al., 2017	Anemia risk in relation to lead exposure in lead-related manufacturing (SJR: Q1)	Cross sectional	Sample 771 (553 pria 218 wanita)	Paparan Pb secara signifikan berhubungan dengan risiko anemia. Risiko abnormal anemia dapat menurun dengan menggunakan standar BPb ditempat kerja sebesar 25 (BPb menurun 67-77%) dan 15 (BPb menurun 86-95%)

No	Peneliti/Tahun	Judul penelitian	Metode	Sampel/Populasi	Hasil
12	Kang & Park, 2017	Lead Poisoning at an Indoor Firing Range (SJR: Q1)	Case Report	Laporan 1 kasus	Penurunan BLL setelah diberikan terapi chelasi 5 hari, dari 64 µg/dL menjadi 9,7 µg/dL.
13	Dutta & Khan, 2016	An analytical study of lead in blood serum and urine in relation to health of silver jewellery workers of Ajmer City, Rajasthan (SJR: Q4)	Cross sectional	Sampel 40 pekerja	Semakin lama pekerja terpajan, semakin tinggi kadar Pb dalam darah dan urine. Temuan keluhan pekerja yang terpajan yaitu gangguan konsentrasi, ensepalopati, <i>fatigue</i> , <i>colic abdomen</i> , aborsi spontan, sperma abnormal, anemia, gagal ginjal, dan sebagainya.
14	Haryanto, 2016	Lead exposure from battery recycling in Indonesia (SJR: Q1)	Cohort	Sampel 46 masyarakat yang tinggal di area pabrik	Ditemukan gangguan neurologis pada keluarga yang tinggal lebih dari 30 tahun di pabrik daur ulang baterai asam timbal dengan nilai BLL > 30µg/dL. Terdapat peningkatan BLL sejak 2011 vs 2015 sebanyak 2x lipat.
15	Kasperczyk et al., 2016	Effect of N-acetylcysteine administration on homocysteine level, oxidative damage to proteins, and levels of iron (Fe) and Fe-related proteins in lead-exposed workers (SJR: Q3)	RCT	Sampel 171 pekerja pria	Terapi NAC menurunkan level Pb darah dibandingkan grup reference. Terapi NAC menormalkan level Hcy, menurunkan level protein carbonyl group. NAC meningkatkan aktivitas dehidrogenase, sementara grup protein thiol naik hanya pada grup NAC 200. NAC tidak mempengaruhi level Fe dan TRF, sementara HPG terdapat kecenderungan menurun. NAC dapat diketahui sebagai terapi alternative keracunan timbal pada manusia
16	Basit et al., 2015	Occupational lead toxicity in battery workers (SJR: Q3)	Cohort	Sampel 50 pekerja	Pada pekerja LAB didapatkan 100% anemia dan rata-rata BLL tinggi. Gejala keracunan timbal yang signifikan adalah mual (p=0.022) dan lead line di gusi (p=0.009). BLL ditemukan lebih tinggi pada perokok.
17	Ahmad et al., 2014	Blood Lead Levels and Health Problems of Lead Acid Battery Workers in Bangladesh (SJR: Q2)	Cross sectional	Sampel 118 pekerja	Mean BLL paling tinggi di area <i>acidifying</i> , <i>plating</i> , and <i>opening</i> . Durasi kerja setiap hari (p=0.029), smoking (p=0.012), meningkatkan BLL sementara mandi menurunkan BLL (t= -2.81 p=0.008). High BLL berkorelasi dengan

No	Peneliti/Tahun	Judul penelitian	Metode	Sampel/Populasi	Hasil
					hipertensi (sebanyak 29,8% p 0,027) dan anemia (mean 11,4 gr/dL sebanyak 28% anemia; p < 0.001). Keluhan terbanyak adalah nyeri kepala, kesemutan, nyeri kolik, mual, tremor, lead line di gusi (p< 0.05). regresi : mengubah durasi kerja sif dan mandi secara reguler akan mengubah BLL 0,425 standard deviation)
18	Kasperczyk et al., 2014	Beta-carotene reduces oxidative stress, improves glutathione metabolism and modifies antioxidant defense systems in lead-exposed workers (SJR: Q1)	RCT	Experimental	Dengan betacarotene terdapat penurunan BLL sebanyak 3,26 (p= 0.023). Terdapat penurunan MDA, lipid hidroperoksida, lipofuscin , penurunan glutathione peroksidase(p < 0.001), peningkatan level glutathione, dan aktivitas G6PD dan katalase begitupula alpha tocopherol. Terjadi penurunan stress oksidatif dengan suplementasi pada keracunan timbal kronis.
19	Song et al, 2014	High lead exposure in two leaded bronze ingot foundry workers (SJR: Q3)	Case Report	Laporan 2 kasus	Terdapat 2 pekerja memiliki BLL diatas rekomendasi yaitu 61,1 dan 51,7. Penyebab tingginya BLL adalah sistem exhaust yang buruk pada sistem pengecoran, higiene pekerja, tidak adanya MSDS, tipe APD yang tidak memadai.
20	M.Petracca et,al 2013	Imported occupational lead poisoning: report of four cases (SJR: Q2)	Case Report	Laporan 4 kasus	Terdapat 4 pekerja dengan nyeri perut berulang, ditemukan BLL tinggi pada darah dan urine,penurunan ALA-D, peningkatan ZPP dan peningkatan ALA-U dan porfirin. Dengan terapi EDTA, semua parameter kembali normal.

Intoksikasi timbal termasuk penyakit okupasi yang terkarakterisasi dengan sangat baik oleh penelitian-penelitian sebelumnya. Timbal memiliki batas *biological monitoring* sebesar 40µg/dL pada pekerja yang terpajan³. Pada literatur yang ditelaah, mayoritas berasal dari sektor pabrik baterai asam timbal sebanyak 7 penelitian, sementara penelitian lain berasal dari 2

penambangan timbal, 2 bekas penambangan minyak, atau pabrik daur ulangnya, 1 pabrik spare part listrik, 1 pabrik perhiasan imitasi, dan sisanya berada di lingkungan pekerjaan terkait timbal. Hal ini dikarenakan sebagian besar material yang digunakan pada baterai dari timbal baik pada bahan baku dan prosesnya. Hampir 80% sampel yang termasuk dalam penelitian memiliki BLL

lebih dari 40µg/dL dan memiliki gejala terkait kesehatan baik akut maupun kronik.

Faktor yang Mempengaruhi Blood Lead Level

Kadar timbal dalam tubuh seseorang dipengaruhi oleh berbagai faktor. Paparan timbal dari lingkungan memiliki peran utama, terutama ketika telah melebihi nilai ambang batas. Debu atau aerosol timbal yang muncul akibat proses kerja, dapat dengan mudah masuk dalam tubuh manusia. Ventilasi yang buruk dan minimnya penggunaan APD akan memperbesar risiko. Terdapat korelasi signifikan antara level timbal di udara dengan BLL, meskipun seluruh parameter darah masih berada dalam level yang normal. Jumlah timbal di udara yang di atas nilai ambang batas, BMI pekerja, dan musim berpengaruh pada BLL¹¹. Pada pekerja perhiasan yang dilakukan di dalam rumah, ditemukan mengalami kenaikan BLL diatas nilai rujukan diakibatkan terutama karena sistem ventilasi yang buruk pada *smelting areas*. Pekerja dan keluarga tidak mengenakan APD yang memadai⁶. Rute paparan lain dapat terjadi melalui ingesti atau tertelan. Kebiasaan merokok dan makan di tempat kerja akan meningkatkan risiko tertelan, terlebih saat pekerja tidak mencuci tangan. Pencemaran limbah timbal juga akan berdampak pada penduduk sekitar. Pada masyarakat di area pabrik daur ulang baterai ditemukan korelasi positif antara tingginya konsentrasi timbal di sumber air dan tanah dengan kadar BLL yang tinggi ($r = 0.87$, $p < 0.01$)^{4,8}.

Faktor lain yang menyebabkan meningkatnya BLL karena para pekerja tidak mengenakan pelindung wajah ataupun kacamata dan sarung tangan, tidak melakukan sanitasi yang baik seperti rajin mencuci tangan. Hal-hal tersebut memungkinkan terjadinya rute paparan timbal ke dalam tubuh melalui inhalasi dan ingesti. Sementara perilaku mandi setelah bekerja dapat menurunkan BLL secara signifikan ($r = -2.81$, $p = 0.008$)^{8,24}. Durasi kerja juga berpengaruh pada level timbal dalam darah. Semakin lama pekerja terpapar timbal dalam tiap shift kerja, ataupun pada pekerja yang telah lama bekerja akan meningkatkan risiko paparan. Lebih dari separuh pekerja yang diteliti oleh Basit et al.,²³ memiliki durasi kerja selama 10-15 tahun dan menunjukkan peningkatan BLL berkorelasi dengan kenaikan jam kerja per harinya. Li melaporkan, pekerja yang bekerja dengan paparan timbal fume di area welding selama kurang dari 1 tahun memiliki mean BLL 10,86 dan tidak mengalami anemia. Hal

ini dipengaruhi oleh durasi dan APD yang dikenakan¹⁷.

Dampak Paparan Timbal pada Kesehatan dan Risiko Anemia

Paparan timbal yang masuk dalam tubuh manusia akan ditransportasi ke jantung, tulang, usus, ginjal, reproduksi dan sistem syaraf yang menyebabkan efek samping pada jaringan tertentu. Gejala yang dapat terlihat dari paparan kronis timbal adalah adanya garis kebiruan di area gusi (*lead line gum*) dikarenakan deposisi timbal pada gusi. Kulit pucat mengindikasikan terjadinya kondisi anemia. Keluhan pencernaan seringkali di alami seperti mual, muntah, dan nyeri perut.. Keluhan nyeri perut berulang muncul pada intoksikasi timbal yang diakibatkan deposisi timbal pada saluran pencernaan⁸. Ditemukan adanya densitas tinggi pada lambung dan usus halus yang dicurigai sebagai timbal yang terakumulasi¹⁸.

Anemia terkait intoksikasi timbal menjadi gejala klasik yang terjadi karena paparan logam berat tersebut. Pada laporan kasus pada 4 pekerja di pabrik daur ulang baterai mengalami nyeri perut akut berulang, 3 diantaranya mengalami anemia normositik dan normokromik. Pekerja tersebut bekerja antara 7 hingga 13 bulan. Dua diantara pekerja tersebut memiliki BLL di atas 40 µg/dL. Gejala dan kadar Pb dalam darah membaik setelah pemberian terapi kelasi²⁶. Hal ini juga sejalan dengan penelitian Ahmad et al.,²⁴ yang menyatakan bahwa BLL yang tinggi berkorelasi dengan anemia ($p < 0.001$). Ditemukan pula *basophilic stippling* di sel darah merah yang mengindikasinya intoksikasi signifikan timbal pada jangka waktu yang lama²⁴. Penelitian pada 29 anak di area industri perhiasan imitasi rumahan, ditemukan seluruhnya memiliki kadar haemoglobin lebih rendah dengan rata-rata Hb $8,5 \pm 1.4$ gr/dL dibandingkan dengan kontrol ($p = 0.002$). Terdapat korelasi negatif antara BLL dan Hb ($r = -0.537$, $p = 0.003$) walaupun faktor ekonomi sosial juga mempengaruhi kondisi anemia pada anak-anak tersebut. Namun, Hb yang secara signifikan lebih rendah pada anak di bawah 3 tahun menunjukkan bahwa semakin muda usia semakin rentan mengalami intoksikasi timbal dengan jumlah paparan yang sama. Pada kelompok tersebut terdapat gejala keterlambatan tumbuh kembang dan gangguan neurologis⁶.

Logam berat dapat merusak proses molekuler suatu organisme adalah dengan cara

mengganggu aktifitas enzim di dalam sel. Ikatan logam dengan ligan organik dapat menyebabkan perubahan steric pada molekul enzim dan merusak fungsinya. Selain itu logam juga menjadi sumber stress oksidatif yang menghasilkan *reactive oxygen species* (ROS) dan menghambat enzim antioksidan²⁷. Anemia yang diinduksi karena timbal menjadi gejala tersering setelah paparan logam tersebut. Gangguan ini muncul akibat gangguan pada sistem molekuler yaitu menurunnya konsentrasi heme yang membentuk haemoglobin di sel darah merah. Timbal diketahui dapat mengganggu sistem enzim *d-aminolevulinic acid dehydratase* (ALAD) dan aktivitas *ferrochelatase* yang berperan pada proses pembentukan haemoglobin dan mempercepat kerusakan sel darah merah karena peningkatan *free erythrocyte zinc protoporphyrins* (ZPP). Keadaan ini akan menurunkan haemoglobin dan berdampak anemia.^{24,27,28}. Kondisi anemia akan menyebabkan kurangnya oksigen yang beredar dalam tubuh, yang menyebabkan konsentrasi seseorang menurun, mengantuk, dan mudah lelah. Kapasitas kerja seperti *aerobic capacity*, ketahanan, efisiensi, aktifitas sadar, dan produktifitas akan menurun²⁹. Hal ini tentu saja akan mempengaruhi kinerja seseorang hingga mengganggu kualitas hidup sehari-hari.

Strategi Intervensi pada Anemia Akibat Paparan Timbal

Upaya strategi untuk memahami keadaan intoksikasi timbal di lingkungan kerja, dapat menggunakan konsep AREC, dan dilakukan pengendalian dengan metode *hierarchy control*¹³. Tahapan antisipasi dapat dilakukan dengan pengumpulan informasi melalui studi literatur, dokumen perusahaan, dan memiliki data MSDS untuk seluruh material yang digunakan pada proses manufaktur, yang kemudian menghasilkan daftar potensi bahaya dan risiko yang dapat terjadi^{26,28}. Rekognisi identifikasi bahaya logam timbal dilakukan untuk mengenali bahaya dengan lebih detail dan komprehensif. Hal yang perlu dilakukan yaitu inspeksi rutin, laporan kunjungan kesehatan karyawan, *preliminary hazard analysis* dan *job safety analysis*. Evaluasi berasal dari kombinasi dari pengukuran dari proses kerja, yaitu nilai ambang dari setiap area, dari uap, laju udara dan suhu. Nilai ambang pada pekerja dapat dilihat melalui level timbal di zona pernafasan, nilai ambang darah dan kulit kepala, sementara tingkat pencemaran lingkungan perlu dilihat nilai ambang

tanah dan sumber mata air¹¹. Pengukuran ini wajib dilakukan secara rutin, apabila ditemukan paparan tinggi perlu dilakukan tindakan segera. Observasi dan wawancara pada pekerja dilakukan untuk meninjau dampak timbal pada kesehatan secara langsung.

Tabel 2. Strategi Intervensi dan Pengendalian

Judul	Intervensi dan Pengendalian
A Comparative Health Assessment of Occupationally Lead Exposed Individuals with Blood Lead Levels Range Across Upper Acceptable Limit¹⁵	Pekerja yang terpajan logam berat harus dievaluasi setiap 6 bulan
Investigation of Occupational Exposure to Lead and Its Relation with Blood Lead Levels in Electrical Solderers¹¹	Ventilasi lokal yang memadai, monitoring NAB, mengurangi waktu paparan, disiplin penggunaan APD belajar asupan makanan yg dapat memfasilitasi ekskresi timbal seperti susu vitamin c, pelatihan hygiene, screening program
Anemia Risk in Relation to Lead Exposure in Lead-related Manufacturing²⁰	Rekomendasi batas maksimal BLL 25 µg/dL pada pria dan BLL 15 µg/dL pada wanita
Effect of diet-induced weight loss on iron status and its markers among young women with overweight/obesity and iron deficiency anemia³⁰	Mandi rutin di tempat kerja setelah selesai bekerja (p=0.008). Rotasi kerja bagi yang sudah lama terpajan
High Lead Exposure in Two Leaded Bronze Ingot Foundry Workers²⁸	MSDS seluruh material, sistem exhaust memadai, tidak merokok dan makan di area kerja

Pelaksanaan pengendalian bahaya dilakukan setelah mengidentifikasi bahaya-bahaya yang dapat muncul. Pada rekayasa teknik dapat dilakukan menyediakan ventilasi lokal yang dibuat oleh tenaga ahli dan harus memadai pada setiap area. Pengukuran nilai ambang dari uap logam, laju udara, dan suhu harus dilakukan dengan tepat^{11,23}. Pada kontrol administrasi, dapat dilakukan penerapan batasan kadar timbal dalam darah maksimal yang diperbolehkan. Wanita lebih rentan terkena anemia daripada pria. Risiko anemia dapat menurun dengan menggunakan standar BLL ditempat kerja sebesar 25 µg/dL (menurun 67-77%) dan 15 µg/dL (menurun 86-95%)²⁰. Apabila telah didapatkan nilai telah melebihi ambang batas, perlu dilakukan tindakan seperti mengurangi waktu paparan atau pergantian posisi pekerja agar tidak terpajan timbal terlalu

lama. Perubahan perilaku menjadi poin penting dalam pengendalian, yaitu penerapan sanitasi yang baik seperti rutin mencuci tangan, tidak merokok dan makan saat bekerja, mandi di kantor sesuai bekerja, dan mengganti pakaian sebelum pulang ke rumah. Untuk meminimalisir paparan pada pekerja, harus disediakan APD yang memadai, termasuk masker sesuai level paparan dan kacamata pelindung yang wajib digunakan oleh pekerja. Pembersihan area harus dilakukan setiap hari untuk menghilangkan debu mengandung timbal²⁸. Pada model yang diteliti Ahmad et al.,²⁴ kombinasi dari pengelompokan paparan, pengaturan durasi shift kerja dan mandi sesuai bekerja memiliki nilai perubahan tertinggi dalam mengatasi kenaikan BLL ($R^2 = 35.2$; $p < 0.001$). Pemberian suplementasi makanan seperti zat besi diketahui dapat menurunkan ZPP yang muncul akibat reaksi intoksikasi timbal penanda stress oksidatif. Makanan yang mengandung *beta carotene* seperti wortel, tomat, atau sayuran berwarna cerah diketahui memiliki korelasi signifikan dalam menurunkan BLL ($p = 0.023$), penanda stress oksidatif ($p < 0.001$) dan meningkatkan enzim antioksidan dalam tubuh. Perusahaan juga dapat memberikan makanan yang mempercepat eliminasi timbal dari dalam tubuh seperti susu ataupun vitamin C^{11,25,27}. Pada kasus intoksikasi timbal berat, perlu dilakukan terapi intensif di fasilitas kesehatan dengan terapi kelasi untuk membuang logam berat dari dalam tubuh. Terapi kelasi berfungsi untuk membentuk ikatan dengan logam sehingga mudah dikeluarkan melalui ginjal. Pengobatan ini dapat digunakan pada kondisi intoksikasi timbal akut sebagai *life-saving therapy* ataupun kondisi kronik. Selain terapi kelasi, terapi alternatif untuk intoksikasi timbal menggunakan obat N-asetilsistein yang terbukti dapat menurunkan level BLL dan stress oksidatif dan meningkatkan antioksidan^{19,21,31}.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil telaah tinjauan 20 literatur, penelitian ini menyimpulkan bahwa masih terdapat banyak permasalahan kesehatan yang disebabkan oleh paparan timbal di lingkungan kerja. Faktor yang mempengaruhi tingginya level timbal dalam darah adalah kondisi lingkungan, penggunaan APD, perilaku higiene pekerja, dan durasi bekerja baik harian atau jangka panjang. Gejala paling sering dari intoksikasi timbal adalah anemia, nyeri perut, nyeri kepala, hipertensi, *lead line gum*, dan

gangguan neurologis pada anak-anak. Anemia menjadi salah satu gejala yang sering diabaikan, namun memiliki dampak luas seperti penurunan kapasitas kerja seperti *aerobic capacity*, ketahanan, efisiensi, aktifitas sadar, dan produktifitas kerja. Strategi intervensi kasus anemia karena paparan timbal yang dapat dilakukan adalah pengukuran nilai ambang batas paparan di lingkungan dan *biological monitoring*, evaluasi kesehatan rutin, rekayasa ventilasi oleh tenaga ahli, disiplin dalam penggunaan APD, perbaikan perilaku higiene individu, dan pemberian suplemen tambahan seperti zat besi dan makanan mengandung *beta-carotene*. Pada kasus berat, terapi kelasi dan alternatif perlu dipertimbangkan untuk menangani intoksikasi timbal.

DAFTAR PUSTAKA

1. Riva MA, Lafranconi A, D'Orso MI, Cesana G. Lead poisoning: Historical aspects of a paradigmatic "occupational and environmental disease." Vol. 3, Safety and Health at Work. Elsevier Science B.V.; 2012. p. 11–6.
2. Ghazi AM, Millette JR. Lead. In: Environmental Forensics. Elsevier; 1964. p. 55–79.
3. OSHA. Lead [Internet]. 2023 [cited 2023 Nov 24]. Available from: <https://www.osha.gov/lead>
4. Shaikh R, Kazi TG, Afridi HI, Akhtar A, Baig JA, Arain MB. Geochemical Exposure of Heavy Metals in Environmental Samples from The Vicinity of Old Gas Mining Area in Northern Part of Sindh Pakistan. Adverse Impact on Children. Environmental Pollution. 2019 Dec 1;255.
5. Luz AL, Wu X, Tokar EJ. Toxicology of Inorganic Carcinogens. Advances in Molecular Toxicology. 2018 Jan 1;12:1–46.
6. Goel AD, Chowgule R V. Outbreak Investigation of Lead Neurotoxicity in Children from Artificial Jewelry Cottage Industry. Environ Health Prev Med. 2019 May 10;24(1).
7. Dutta S, Khan F. Nature Environment and Pollution Technology An International Quarterly Scientific Journal An Analytical Study of Lead in Blood Serum and Urine in Relation to Health of Silver Jewellery Workers of Ajmer City, Rajasthan.

- 2016;15:211–6. Available from: www.neptjournal.com
8. Baloch S, Kazi TG, Baig JA, Afridi HI, Arain MB. Occupational Exposure of Lead and Cadmium on Adolescent and Adult Workers of Battery Recycling and Welding Workshops: Adverse Impact on Health. In: *Science of the Total Environment*. Elsevier B.V.; 2020.
9. Shabani M, Hadeiy SK, Parhizgar P, Zamani N, Mehrad H, Hassanian-Moghaddam H, et al. Lead poisoning; A neglected potential diagnosis in abdominal pain. *BMC Gastroenterol*. 2020 May 6;20(1).
10. Haryanto B. Lead Exposure from Battery Recycling in Indonesia. *Rev Environ Health*. 2016 Mar 1;31(1):187–90.
11. Mohammadyan M, Moosazadeh M, Borji A, Khanjani N, Rahimi Moghadam S. Investigation of Occupational Exposure to Lead and Its Relation with Blood Lead Levels in Electrical Solderers. *Environ Monit Assess*. 2019 Mar 1;191(3).
12. Scholz BD, Gross R, Schultink W, Sastroamidjojo S. Anaemia is associated with reduced productivity of women workers even in less-physically-strenuous tasks. *British Journal of Nutrition*. 1997;77(1):47–57.
13. Spellman FR. *Industrial Hygiene Simplified: A Guide to Anticipation, Recognition, Evaluation, and Control of Workplace Hazards*. Government Institutes, editor. Lanham, Maryland Toronto: The Scarecrow Press, Inc.; 2006.
14. Du X, Zheng W, Ye Q. Rare Cases of Severe Life-Threatening Lead Poisoning Due to Accident or Chronic Occupational Exposure to Lead and Manganese: Diagnosis, Treatment, and Prognosis. *Toxicol Ind Health*. 2020 Dec 1;36(12):951–9.
15. Upadhyay K, Viramgami A, Balachandar R, Pagdhune A, Sen S, Sarkar K. A Comparative Health Assessment of Occupationally Lead Exposed Individuals with Blood Lead Levels Range Across Upper Acceptable Limit. *Indian Journal of Community Medicine*. 2022 Jul 1;47(3):343–6.
16. Słota M, Wąsik M, Stołtny T, Machoń-Grecka A, Kasperczyk A, Bellanti F, et al. Relationship Between Lead Absorption and Iron Status and Its Association with Oxidative Stress Markers in Lead-Exposed Workers. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. 2021 Dec 1;68.
17. Li N, Taneepanichskul N. Associations Between Welding Fume Exposure and Blood Hemostatic Parameters among Workers Exposed to Welding Fumes in Confined Space in Chonburi, Thailand. *PLoS One*. 2021 Nov 1;16(11 November).
18. Kaneko M, Kazatani T, Shikata H. Occupational lead poisoning in a patient with acute abdomen and normocytic anemia. *Internal Medicine*. 2020 Jun 15;59(12):1565–70.
19. Teerasarntipan T, Chaiteerakij R, Prueksapanich P, Werawatganon D. Changes in Inflammatory Cytokines, Antioxidants and Liver Stiffness After Chelation Therapy in Individuals with Chronic Lead Poisoning. *BMC Gastroenterol*. 2020 Aug 8;20(1).
20. Hsieh NH, Chung SH, Chen SC, Chen WY, Cheng YH, Lin YJ, et al. Anemia risk in relation to lead exposure in lead-related manufacturing. *BMC Public Health*. 2017 May 5;17(1).
21. Kang KW, Park WJ. Lead Poisoning at an Indoor Firing Range. *J Korean Med Sci*. 2017 Oct 1;32(10):1713–6.
22. Kasperczyk S, Dobrakowski M, Kasperczyk A, Romuk E, Rykaczewska-Czerwinska M, Pawlas N, et al. Effect of N-Acetylcysteine Administration on Homocysteine Level, Oxidative Damage to Proteins, and Levels Of Iron (Fe) and Fe-Related Proteins in Lead-Exposed Workers. *Toxicol Ind Health*. 2016 Sep 1;32(9):1607–18.
23. Basit S, Karim N, Munshi AB. Occupational Lead Toxicity in Battery Workers. *Pak J Med Sci*. 2015;31(4):775–80.
24. Ahmad SA, Khan MH, Khandker S, Sarwar AFM, Yasmin N, Faruquee MH, et al. Blood Lead Levels and Health Problems of Lead Acid Battery Workers in Bangladesh. *The Scientific World Journal*. 2014;2014.

25. Kasperczyk S, Dobrakowski M, Kasperczyk J, Ostalska A, Zalejska-Fiolka J, Birkner E. Beta-Carotene Reduces Oxidative Stress, Improves Glutathione Metabolism and Modifies Antioxidant Defense Systems in Lead-Exposed Workers. *Toxicol Appl Pharmacol*. 2014 Oct 1;280(1):36–41.
26. Petracca M, Scafa F, Boeri R, Flachi D, Candura SM. Imported Occupational Lead Poisoning: Report of Four Cases. Vol. 104, *Med Lav*. 2013.
27. Słota M, Wąsik M, Stołtny T, Machoń-Grecka A, Kasperczyk S. Effects of Environmental and Occupational Lead Toxicity and Its Association with Iron Metabolism. *Toxicol Appl Pharmacol*. 2022 Jan 1;434.
28. Song Y, Suh C, Kim SA, Kim N, Kim SM, Jeong SW, et al. High Lead Exposure in Two Leaded Bronze Ingot Foundry Workers. *Ann Occup Environ Med*. 2014 Dec 1;26(1).
29. Haas JD, Brownlie T. Iron-Deficiency Anemia: Reexamining the Nature and Magnitude of the Public Health Problem Iron Deficiency and Reduced Work Capacity: A Critical Review of the Research to Determine a Causal Relationship 1,2. American Society for Nutritional Sciences [Internet]. 2001; Available from: <https://academic.oup.com/jn/article/131/2/676S/4686866>
30. Alshwaiyat NM, Ahmad A, Al-Jamal HAN. Effect of diet-induced weight loss on iron status and its markers among young women with overweight/obesity and iron deficiency anemia: a randomized controlled trial. *Front Nutr*. 2023;10.
31. Pawlas N, Dobrakowski M, Kasperczyk A, Kozłowska A, Mikołajczyk A, Kasperczyk S. The Level of Selenium and Oxidative Stress in Workers Chronically Exposed to Lead. *Biol Trace Elem Res* [Internet]. 2015 Jul 17 [cited 2023 Nov 25];170(1):1–8. Available from: <https://lens.org/027-907-397-110-457>

Hubungan Karakteristik Individu dan Intensitas Kebisingan dengan Peningkatan Tekanan Darah pada Pekerja

Relationship between Respondent Characteristics and Noise Intensity with Increased Blood Pressure in Production Unit Workers

Sofia¹, Endang Dwiyantri^{2*}, Nisrina Oksigendaru Dicha³, Andrea Thrisiawan Pradhana⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga, Surabaya, Indonesia

***Corresponding Author : Endang Dwiyantri**

Email : endang.dwiasfar@fkm.unair.ac.id

ABSTRAK

Kebisingan merupakan faktor bahaya fisik yang paling dominan ditemukan di lingkungan kerja dan dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan seperti gangguan sistem auditori atau *non-auditory* seperti gangguan komunikasi, stres, gelisah, peningkatan tekanan darah hingga penurunan produktivitas kerja. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis hubungan karakteristik responden dan intensitas kebisingan yang ada di lingkungan kerja dengan peningkatan tekanan darah pekerja di unit produksi PT Japfa Comfeed Indonesia, Tbk. Plant Margomulyo pada saat sebelum dan sesudah bekerja. Jenis penelitian ini yaitu observasional analitik dengan menggunakan pendekatan penelitian *cross sectional*. Penelitian ini dilakukan pada 51 orang responden menggunakan teknik *non-probability sampling* dengan menggunakan *total sampling*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara usia ($p = 0,000$), masa kerja ($p = 0,007$), penggunaan APT ($p = 0,011$) dan intensitas kebisingan ($p = 0,000$) dengan peningkatan tekanan darah serta tidak terdapat hubungan antara status gizi ($p = 0,467$), kebiasaan merokok ($p = 0,763$) dan riwayat hipertensi ($p = 0,170$) dengan peningkatan tekanan darah pekerja unit produksi PT Japfa Comfeed Indonesia, Tbk. Plant Margomulyo. Dampak bahaya kebisingan dapat dicegah dengan memberikan edukasi, penyediaan dan pelatihan pemakaian APT, mengatur jadwal kerja atau rotasi kerja, serta melakukan pemeriksaan kesehatan pendengaran kepada seluruh pekerja di area produksi.

Kata Kunci : Intensitas kebisingan, peningkatan tekanan darah, manufaktur

ABSTRACT

Noise is the most dominant physical hazard factor found in the work environment and can cause various health problems such as auditory or non-auditory system disorders such as communication disorders, stress, anxiety, increased blood pressure to decreased work productivity. The purpose of this study was to analyze the relationship between respondent characteristics and noise intensity in the work environment with an increase in blood pressure of workers in production unit of PT Japfa Comfeed Indonesia, Tbk. Plant Margomulyo before and after work. This type of research is observational analytic using a cross-sectional research approach. This study was conducted on 51 respondents using non-probability sampling techniques using total sampling. The results showed that there was a relationship between age ($p = 0.000$), length of service ($p = 0.007$), use of APT ($p = 0.011$) and noise intensity ($p = 0.000$) with increased blood pressure and there was no relationship between nutritional status ($p = 0.467$), smoking habits ($p = 0.763$) and history of hypertension ($p = 0.170$) with increased blood pressure of production unit workers of PT Japfa Comfeed Indonesia, Tbk. Plant Margomulyo. The impact of noise hazards can be prevented by providing education and training on the use of APT and conducting hearing health checks for all workers in the production area.

Keywords : Noise intensity, increased blood pressure, manufacturing

PENDAHULUAN

Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) merupakan salah satu aspek yang sangat penting dalam keberlangsungan suatu institusi atau perusahaan. Pemerintah Indonesia secara khusus telah mengatur dalam regulasi bahwa seluruh pekerja memiliki hak dalam memperoleh perlindungan atas keselamatan dan kesehatan kerja¹. Hak ini perlu dijunjung tinggi untuk melindungi keselamatan maupun kesehatan pekerja agar tercipta produktivitas yang optimal². Dalam regulasi tersebut, secara tegas menyatakan bahwa penerapan aspek K3 wajib dilakukan di setiap perusahaan yang melibatkan banyak pekerja dan aktivitas berbahaya. K3 dalam suatu institusi atau perusahaan meliputi risiko keselamatan mengenai kondisi aman dari kerusakan, kerugian atau penderitaan serta kesehatan para pekerja di lingkungan kerja. Setiap institusi atau perusahaan harus menegakkan aspek K3 untuk menghindari penderitaan maupun kerugian bagi perusahaan atau pekerja, khususnya institusi atau perusahaan yang memiliki bahaya fisik, ergonomi, kimia hingga biologi di lingkungan kerja³.

Lingkungan kerja tidak lepas dari adanya bahaya fisik seperti kebisingan, pencahayaannya, getaran, suhu, pencahayaannya, ergonomi hingga psikologi. Faktor bahaya fisik yang paling dominan ditemukan yaitu bahaya kebisingan. Bahaya kebisingan bisa disebabkan oleh adanya mesin, peralatan, proses produksi, maupun aktivitas pekerjaan lainnya⁴. Nilai ambang batas atau NAB mengenai kebisingan pada lingkungan kerja telah diatur berdasarkan durasi paparan kebisingan per hari⁵. Intensitas kebisingan pada lingkungan kerja yang melebihi batas aman atau NAB yang telah ditetapkan dapat menyebabkan masalah keselamatan dan kesehatan pada pekerja seperti timbulnya stres kerja, meningkatkan risiko kecelakaan, cedera, dan penyakit atau gangguan pendengaran⁶. Pekerja yang terpapar kebisingan yang tinggi dan terus menerus dapat menyebabkan gangguan atau masalah kesehatan seperti gangguan sistem auditori maupun gangguan sistem *non auditory* berupa gangguan komunikasi, stres, gelisah, gangguan tidur, sulit berkonsentrasi hingga peningkatan tekanan darah⁷.

Gangguan akibat kerja pada lingkungan kerja dengan intensitas kebisingan tinggi yang dapat terjadi adalah peningkatan tekanan darah. Selain intensitas kebisingan, terdapat faktor lain yang turut memengaruhi. Usia merupakan salah satu faktor yang berdampak terhadap peningkatan

tekanan darah. Tekanan darah umumnya mengalami peningkatan pada usia lanjut yaitu sekitar >55 tahun akibat proses aterosklerosis⁸. Status gizi juga memiliki peranan yang penting terhadap peningkatan tekanan darah. Semakin meningkat status gizi, maka terjadi peningkatan lemak *visceral* yang berpengaruh terhadap peningkatan tekanan darah⁹. Masa kerja seseorang juga diperhitungkan karena berkaitan dengan akumulasi berapa lama individu tersebut terpapar bahaya di lingkungan kerja serta dampak terhadap kesehatannya¹⁰. Kebiasaan merokok juga merupakan faktor yang berpengaruh terhadap peningkatan tekanan darah akibat kandungan rokok yang dapat meningkatkan kadar hormon epinefrin dan norepinefrin¹¹. Selain itu, riwayat penyakit yang diturunkan seperti hipertensi dapat meningkatkan risiko individu untuk mengalami peningkatan tekanan darah¹². Alat pelindung telinga (APT) merupakan alat yang digunakan untuk melindungi telinga dari paparan kebisingan di lingkungan kerja. Penggunaan APT dapat mencegah dampak kebisingan yang berbahaya terhadap kesehatan individu¹³.

PT Japfa Comfeed Indonesia Plant Margomulyo merupakan manufaktur yang bergerak dalam bidang produksi pakan ternak¹⁴. Setiap prosesnya melibatkan mesin yang memiliki risiko kebisingan. Adanya fenomena tersebut mendorong peneliti untuk menganalisis hubungan karakteristik responden dan intensitas kebisingan yang ada di lingkungan kerja dengan peningkatan tekanan darah pekerja di unit produksi pada saat sebelum dan sesudah bekerja.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan sejak Desember 2022 hingga Januari 2023. Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik dengan menggunakan desain pendekatan *cross sectional*. Obyek penelitian ini yaitu 51 responden yang diambil menggunakan teknik *non-probability sampling* dengan menggunakan *total sampling* pada pekerja di unit produksi PT Japfa Comfeed Indonesia Plant Margomulyo. Variabel yang diteliti yaitu intensitas kebisingan yang diukur dengan *sound level meter*, status gizi yang diukur menggunakan pengukuran antropometri yang memuat data tinggi badan dan berat badan, usia, masa kerja, riwayat hipertensi, kebiasaan merokok serta penggunaan APT yang diukur menggunakan kuesioner. Analisis data yang digunakan adalah analisis univariat untuk melihat distribusi data per variabel dan analisis

bivariat menggunakan uji statistik *Chi Square* untuk melihat hubungan antar variabel disertai dengan tabel penjelasan hasil uji.

HASIL PENELITIAN

Berikut merupakan uraian hasil dari penelitian ini.

Tabel 1. Distribusi Karakteristik Responden

Karakteristik Responden	Jumlah (n)	Persentase (%)
Usia		
15 – 24	7	13,7
25 – 34	15	29,4
35 – 44	19	37,3
45 – 54	9	17,6
55 – 64	1	2
Status Gizi		
Kurus	3	5,9
Normal	22	43,1
Gemuk	26	51,0
Masa Kerja		
< 5 Tahun	14	27,5
≥ 5 Tahun	37	72,5
Kebiasaan Merokok		
Ya	30	58,8
Tidak	21	41,2
Riwayat Hipertensi		
Ya	4	7,8
Tidak	47	92,2
Penggunaan APT		
Ya	20	39,2
Tidak	31	60,8

**sumber data: data primer*

Tabel 1 merupakan gambaran distribusi karakteristik responden yang meliputi usia, status gizi, masa kerja, kebiasaan merokok, riwayat hipertensi serta penggunaan APT. Dalam tabel tersebut tertera bahwa mayoritas responden berusia rentang 35 – 44 tahun yaitu 19 orang (37,3%). Selain itu, sebagian besar responden memiliki status gizi gemuk yaitu sebanyak 26 orang (51%). Responden yang bekerja selama lebih dari 5 tahun yaitu sebanyak 37 orang (72,5%). Mayoritas responden merupakan perokok yaitu sebanyak 30 orang (58,8%). Sebanyak 47 orang (92,2%) tidak memiliki riwayat penyakit hipertensi. Responden yang bekerja dengan tidak menggunakan APT yaitu 31 orang (60,8%).

Tabel 2. Distribusi Intensitas Kebisingan

Intensitas Kebisingan	Jumlah (n)	Persentase (%)
Di Bawah NAB	26	51,0
Di Atas NAB	25	49,0

**sumber data: data primer*

Tabel 2 merupakan gambaran distribusi responden yang bekerja di lingkungan berdasarkan nilai intensitas kebisingan. Sebanyak 26 orang (51%) responden bekerja dengan kebisingan di lingkungan yang tidak melebihi NAB. Sementara 25 orang (49%) lainnya bekerja dengan kebisingan di lingkungan yang melebihi NAB.

Tabel 3. Distribusi Peningkatan Tekanan Darah

Peningkatan Tekanan Darah	Jumlah (n)	Persentase (%)
Ya	34	66,7
Tidak	17	33,3

**sumber data: data primer*

Tabel 3 merupakan gambaran distribusi responden yang mengalami peningkatan tekanan darah. Sebanyak 34 orang (66,7%) mengalami peningkatan tekanan darah. Sementara 17 orang (33,3%) lainnya tidak mengalami peningkatan tekanan darah.

Tabel 4. Hasil Analisis Bivariat

Variabel	Peningkatan Tekanan Darah		p-value
	Ya	Tidak	
Usia			
15 – 24 Tahun	0	7	0,000
25 – 34 Tahun	9	6	
35 – 44 Tahun	18	1	
45 – 54 Tahun	6	3	
55 – 64 Tahun	1	0	
Status Gizi			
Kurus	2	1	0,467
Normal	12	9	
Gemuk	20	7	
Masa Kerja			
<5 Tahun	5	9	0,007
≥5 Tahun	29	8	
Kebiasaan Merokok			
Ya	19	11	0,763
Tidak	15	6	
Riwayat Hipertensi			
Ya	9	1	0,170
Tidak	25	16	

Penggunaan APT			
Ya	18	2	0,011
Tidak	16	15	
Intensitas Kebisingan			
Di Bawah NAB	9	17	0,000
Di Atas NAB	25		

Tabel 4 adalah gambaran distribusi analisis hubungan antara variabel independen dan variabel dependen pada penelitian ini menggunakan uji *chi square*. Diperoleh hasil bahwa terdapat hubungan antara usia ($p = 0,000$), masa kerja ($p = 0,007$), penggunaan APT ($p = 0,011$) dan intensitas kebisingan ($p = 0,000$) dengan peningkatan tekanan darah. Selain itu, didapatkan pula hasil bahwa tidak terdapat hubungan antara status gizi ($p = 0,467$), kebiasaan merokok ($p = 0,763$), dan riwayat hipertensi ($p = 0,170$), dengan peningkatan tekanan darah.

PEMBAHASAN

Hubungan Antara Usia dengan Peningkatan Tekanan Darah

Penelitian ini menunjukkan terdapat hubungan antara usia dan peningkatan tekanan darah ($p = 0,000$) pada pekerja unit produksi PT Japfa Comfeed Indonesia Plant Margomulyo. Peningkatan tekanan darah antara sebelum bekerja dan sesudah bekerja ini dapat disebabkan oleh adanya pengaruh usia responden. Semakin tua usia seorang individu, maka akan berdampak terhadap elastisitas arteri yang semakin melemah. Sejalan dengan penelitian pada Kilang Unit PT. Pertamina RU II Dumai yang menunjukkan bahwa terdapat korelasi antara umur dengan perubahan tekanan darah. Elastisitas arteri yang menurun akibat penuaan dapat menyebabkan peningkatan tekanan darah sistolik. Sementara individu yang berusia 55 tahun cenderung mengalami peningkatan tekanan darah diastolik disebabkan oleh proses arteri yang kaku akibat adanya aterosklerosis⁸.

Namun hal ini tidak didukung oleh penelitian pada pekerja di bengkel yang menyebutkan tidak terdapat hubungan antara usia dan peningkatan tekanan darah ($p = 0,384$)⁹. Penelitian pada pekerja konstruksi di Gresik juga menyatakan dalam bahwa usia dan keluhan *non-auditory* seperti peningkatan tekanan darah tidak memiliki korelasi ($p = 0,301$). Hal ini disebabkan adanya penurunan fungsi fisiologis tubuh pekerja yang semakin menurun diiringi dengan penurunan terhadap rangsangan suara atau kebisingan yang ada di lingkungan kerja¹⁰.

Hubungan Antara Status Gizi dengan Peningkatan Tekanan Darah

Penelitian ini menunjukkan tidak terdapat hubungan antara status gizi dan peningkatan tekanan darah ($p = 0,467$) pada pekerja unit produksi PT Japfa Comfeed Indonesia Plant Margomulyo. Banyak pekerja yang memiliki status gizi normal mengalami peningkatan tekanan darah yang menandakan bahwa tidak hanya pekerja dengan status gizi lebih saja yang memiliki risiko peningkatan darah, pekerja dengan status gizi normal juga memiliki risiko yang sama dalam mengalami peningkatan tekanan darah.

Berbeda dengan penelitian pada pekerja bengkel yang mengemukakan bahwa status gizi merupakan faktor lain yang berpengaruh terhadap peningkatan tekanan darah ($p = 0,006$). Meningkatnya status gizi seorang individu akan diiringi dengan peningkatan lemak pada lapisan visceral dan tekanan darah. Hal ini bisa diakibatkan oleh konsumsi lemak atau karbohidrat yang dapat menyebabkan adanya peningkatan pada aktivitas simpatis yang berpengaruh terhadap tensi darah⁹.

Hubungan Antara Masa Kerja dengan Peningkatan Tekanan Darah

Penelitian ini menunjukkan terdapat hubungan yang signifikan antara masa kerja dan peningkatan tekanan darah ($p = 0,007$) pada pekerja unit produksi PT Japfa Comfeed Indonesia Plant Margomulyo. Masa kerja dapat diartikan dengan akumulasi lama dalam tahun paparan yang diterima oleh pekerja. Masa kerja di lingkungan kerja bising yang lama dapat menyebabkan gangguan kesehatan. Sejalan dengan penelitian pada pekerja pabrik pengelolaan batu yang mengemukakan bahwa gangguan akibat kebisingan di lingkungan kerja memiliki kemungkinan dialami oleh pekerja dengan masa kerja yang lama¹⁵.

Berbanding terbalik dengan penelitian pada pekerja bengkel yang menemukan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara masa kerja dan peningkatan tekanan darah ($p = 0,174$)⁹. Hal serupa dikemukakan oleh penelitian pada pekerja konstruksi dimana masa kerja dengan keluhan *non-auditory* seperti peningkatan tekanan darah tidak memiliki hubungan yang signifikan ($p = 0,305$)¹⁰. Penelitian pada pekerja pertambangan pasir juga mendukung bahwa masa kerja dengan tekanan darah sistolik ($p = 0,972$) maupun tekanan darah diastolik ($p = 0,252$) tidak memiliki hubungan¹⁶.

Hubungan Antara Kebiasaan Merokok dengan Peningkatan Tekanan Darah

Penelitian ini menunjukkan tidak terdapat hubungan yang signifikan antara kebiasaan merokok dan peningkatan tekanan darah ($p = 0,763$) pada pekerja unit produksi PT Japfa Comfeed Indonesia Plant Margomulyo. Kebiasaan merokok bukanlah faktor yang berpengaruh secara langsung terhadap peningkatan tekanan darah. Peningkatan tekanan darah bisa dipengaruhi oleh frekuensi rokok yang dihisap per hari.

Berbanding terbalik dengan penelitian pekerja bengkel yang menyebutkan bahwa ada pengaruh yang signifikan dari kebiasaan merokok terhadap peningkatan tekanan darah ($p = 0,017$). Adanya nikotin dalam rokok dapat mengaktifkan radikal bebas dan berpengaruh terhadap tekanan darah konsumennya⁹. Penelitian pada pekerja bagian mesin PT PLN Kapuas juga mendapatkan hasil bahwa terdapat 77,3% responden yang mengalami peningkatan tekanan darah merupakan perokok dibandingkan dengan responden yang tidak merokok yaitu 30,0%. Uji statistik yang dilakukan juga memperoleh nilai $p = 0,018$ sehingga dapat disimpulkan bahwa peningkatan tekanan darah memiliki hubungan yang signifikan dengan kebiasaan merokok¹⁷.

Hubungan Antara Riwayat Penyakit Hipertensi dengan Peningkatan Tekanan Darah

Penelitian ini menunjukkan tidak terdapat hubungan yang signifikan antara riwayat penyakit dan peningkatan tekanan darah ($p = 0,170$) pada pekerja unit produksi PT Japfa Comfeed Indonesia Plant Margomulyo. Riwayat penyakit dari genetik keluarga memiliki potensi untuk diturunkan kepada anak-anaknya. Namun riwayat penyakit tersebut hanya bersifat risiko dan terkadang tidak menurun kepada anak-anaknya akibat pola hidup sehat yang dapat mengurangi risiko terjadinya penyakit tersebut. Adanya lingkungan kerja yang bising juga menjadi faktor dalam peningkatan tekanan darah, karena semua pekerja dengan riwayat penyakit atau tidak memiliki riwayat penyakit mendapatkan pajanan kebisingan dan memiliki risiko mengalami peningkatan tekanan darah yang sama. Didukung oleh penelitian pada pekerja konstruksi yang menemukan bahwa riwayat penyakit dan keluhan

non-auditory seperti peningkatan tekanan darah tidak memiliki hubungan yang signifikan ($p = 0,909$)¹⁰. Penelitian pada ibu rumah tangga di pemukiman Surabaya juga menemukan bahwa antara riwayat keturunan hipertensi dan peningkatan tekanan darah juga tidak memiliki hubungan yang signifikan ($p = 0,545$)¹².

Hubungan Antara Penggunaan APT dengan Peningkatan Tekanan Darah

Penelitian ini menunjukkan terdapat hubungan yang signifikan antara penggunaan APT dan peningkatan tekanan darah ($p = 0,011$) pada pekerja unit produksi PT Japfa Comfeed Indonesia Plant Margomulyo. Adanya penggunaan APT selama bekerja, dapat mereduksi paparan bising di lingkungan kerja yang dapat memengaruhi tekanan darah pekerja⁹.

Berbanding terbalik dengan penelitian pada pekerja konstruksi yang mendapatkan hasil bahwa penggunaan APT dan keluhan *non-auditory* seperti peningkatan tekanan darah tidak memiliki hubungan ($p = 0,233$). Hal ini bisa dipengaruhi oleh penggunaan APT yang tidak konsisten atau terkadang pekerja melepas pasang APT ketika bekerja, APT yang tidak berfungsi dengan baik, hingga ukuran APT yang tidak sesuai dengan pekerja¹⁰.

Hubungan Antara Intensitas Kebisingan dengan Peningkatan Tekanan Darah

Penelitian ini menunjukkan terdapat hubungan yang signifikan antara intensitas kebisingan dan peningkatan tekanan darah ($p = 0,000$) pada pekerja unit produksi PT Japfa Comfeed Indonesia Plant Margomulyo. Intensitas kebisingan memengaruhi tekanan darah akibat detak jantung yang dikeluarkan melalui pelepasan hormon stres. Saraf simpatis yang terangsang oleh kebisingan dapat menyebabkan peningkatan tekanan darah. Adanya kebisingan di lingkungan kerja akan direspon oleh otak sebagai stress atau ancaman. Hal tersebut memicu adanya pelepasan hormon seperti kortisol, epinefrin hingga norepinefrin oleh kelenjar adrenal yang menyebabkan adanya peningkatan tekanan darah¹⁵. Didukung oleh penelitian pada pekerja industri tekstil yang menemukan bahwa intensitas kebisingan yang tinggi akan meningkatkan kadar kortisol dalam darah dan berpengaruh terhadap tekanan darah¹⁸.

Hal ini didukung dengan penelitian pada

pekerja PLTD Galala yang menemukan bahwa paparan kebisingan dan peningkatan tekanan darah memiliki hubungan yang signifikan ($p = 0,023$)¹⁹. Penelitian pada pekerja migas di Jambi menemukan sebanyak 32 responden (46,7%) yang bekerja di lingkungan kerja dengan intensitas kebisingan tinggi, diantaranya terdapat 23 responden (38,3%) mengalami peningkatan tekanan darah²⁰. Penelitian pada pekerja kilang PT Pertamina RU II Dumai juga menguatkan bahwasanya peningkatan tekanan darah sebelum atau sesudah bekerja dengan intensitas kebisingan memiliki hubungan yang signifikan ($p = 0,001$)⁸. Penelitian pada pekerja bengkel juga menyatakan bahwa pekerja yang bekerja dengan intensitas kebisingan melebihi NAB memiliki risiko sebesar 19,8 kali mengalami peningkatan tekanan darah⁹.

KESIMPULAN

Berdasarkan paparan di atas, dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan antara variabel usia ($p = 0,000$), masa kerja ($p = 0,007$), penggunaan APT ($p = 0,011$) dan intensitas kebisingan ($p = 0,000$) dengan peningkatan tekanan darah pekerja unit produksi PT Japfa Comfeed Indonesia Plant Margomulyo. Sementara pada variabel status gizi ($p = 0,467$), kebiasaan merokok ($p = 0,763$) dan riwayat hipertensi ($p = 0,170$) tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan peningkatan tekanan darah pekerja unit produksi PT Japfa Comfeed Indonesia Plant Margomulyo.

Adanya bahaya kebisingan yang berdampak terhadap peningkatan tekanan darah pada pekerja merupakan hal yang perlu diperhatikan. Adapun upaya yang dapat dilakukan untuk mencegah adanya bahaya kebisingan terhadap peningkatan tekanan darah pada pekerja yaitu dengan memberikan edukasi bahaya kebisingan serta dampak terhadap kesehatan pendengaran, pelatihan pemakaian APT yang benar kepada seluruh pekerja di area produksi, memberikan sanksi tegas dan peringatan kepada pekerja di area produksi yang tidak menggunakan APT ketika bekerja, mengatur jadwal kerja atau rotasi kerja agar pekerja tidak terpapar kebisingan secara terus menerus, serta melakukan pemeriksaan kesehatan pendengaran kepada seluruh pekerja di area produksi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan

2. Fahlevi, A., dan Devianita Emra (2020) Perbaikan Tingkat Kebisingan Kerja pada Area Produksi PT Bumi Karya Saranamas. *Jurnal Baut dan Manufaktur* 2 (2): 1 – 8
3. Hamali, A. Y (2018) *Pemahaman Manajemen Sumber Daya Manusia*. Yogyakarta: CAPS
4. Ulfa R, dkk (2022) Hubungan Kebisingan dengan Gangguan Pendengaran pada Karyawan PT Industrial Kapal Indonesia Makassar. *Window of Public Health Journal* 4 (2): 179-186
5. Peraturan Menteri Ketenagakerjaan No. 5 tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja
6. Sumardiyono, et al (2020) Pengaruh Kebisingan terhadap Tekanan Darah, dengan Stres Kerja sebagai Variabel Mediator. *Jurnal Kesehatan Vokasional* 5 (2): 124-131
7. Purnawan, F. D., et al. 2019. Dampak Kebisingan Pada Pekerja Pabrik Perkebunan. *Majority* 8 (1): 66-70
8. Arini, N., et al (2021) Paparan Kebisingan dan Perubahan Tekanan Darah Pekerja Di Bagian Kilang Unit PT. Pertamina RU II Dumai. *Jurnal Kesehatan Lingkungan* 11 (02): 64-71
9. Indriyanti, L. H., et al (2019) Hubungan Paparan Kebisingan terhadap Peningkatan Tekanan Darah pada Pekerja. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan* 15 (1): 36-45
10. Indrayani, R., et al (2020) Hubungan Paparan Kebisingan dengan Keluhan Subyektif Non-Auditory pada Pekerja Konstruksi PT X Gresik. *Jurnal Ikesma* 16 (2): 67-76
11. Umbas, dkk (2019) Hubungan antara Merokok dengan Hipertensi di Puskesmas Kawangkoan. *e-Journal Keperawatan* 7 (1): 1 – 8
12. Suryani, N. D. I (2018) Hubungan Kebisingan dan Umur Dengan Tekanan Darah Ibu Rumah Tangga di Pemukiman Jalan Ambengan Surabaya. *Jurnal Kesehatan Lingkungan* 10 (1): 70-81
13. Ratri, N. P. A. T. A., et al (2023) Studi Literatur Hubungan Paparan Kebisingan dengan kejadian Peningkatan Tekanan Darah pada Pekerja Industri. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan* 1 (1): 1 – 10

14. Asmoko, T (2020) *Pengendalian Bahan Kimia Berbahaya dan Beracun di PT Japfa Comfeed Indonesia, Tbk. Plant Margomulyo Surabaya*. Thesis: Universitas Airlangga
15. Maulina, *et al* (2022) Hubungan Paparan Kebisingan Terhadap Perubahan Tekanan Darah Pada Pekerja Pabrik Pengelolaan Batu di Kabupaten Aceh Utara Tahun 2022. *Jurnal Ilmiah Manusia dan Kesehatan* 5 (3): 426-434
16. Widya, M., *et al* (2018) Hubungan Intensitas Kebisingan dengan Tekanan Darah Sistolik dan Diastolik Pada Pekerja Pertambangan Pasir dan Batu PT. X Rowosari, Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat* 6 (6): 225-234
17. Lestari, M. P. 2019. Hubungan Paparan Kebisingan dengan Peningkatan Tekanan Darah pada Pekerja (Studi Pada Pekerja di Bagian Mesin PT. PLN Persero Sektor Kapuas Unit PLTD Sei Raya). Universitas Muhammadiyah Pontianak
18. Sumardiyono, *et al* (2019) Kebisingan Lingkungan Kerja: Kerentanan Kesehatan pada Pekerja Industri Tekstil. *Jurnal Kesehatan Lingkungan* 11 (4): 269 - 275
19. Kelirey, M. S (2023) Pengaruh Intensitas Kebisingan Terhadap Tekanan Darah dan Tingkat Stres Kerja di PLTD Galala. *OJS Unpatti* 3 (2): 102-113
20. Zainudin, M., *et al* (2020) Analisis Intensitas dan Lama Paparan Kebisingan dengan Peningkatan Tekanan Darah pada Karyawan Perusahaan Migas X di Jambi. *E-Sehad* 1 (1): 65-76

Evaluation of Fire Protection System Implementation in A Production Area of Oil and Gas Company, East Java

Evaluasi Penerapan Sistem Proteksi Kebakaran pada Area Produksi Sebuah Perusahaan Minyak dan Gas di Jawa Timur

Devita Aprilia Pramesti¹, Noeroel Widajati², Denny Ardyanto³, Meirina Ernawati⁴

^{1,2,3,4} Departemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga, Kota Surabaya, Jawa Timur, Indonesia

***Corresponding Author: Devita Aprilia Pramesti**

Email : apriadi43@gmail.com

ABSTRACT

The oil and gas industry is an industry with a high risk of fire. This is because this industry involves several types of substances that cause pressure and have the potential to cause leaks and spills. Industry's inability to detect these conditions can cause fires. Therefore, it is necessary to evaluate the implementation of fire protection systems in the industry. This research was conducted using a checklist method for fulfilling requirements according to appropriate regulations. The results of this assessment show that the company has fulfilled regulations in accordance with each system with a percentage above 75%. Some suggestions that can be considered for improvement include replacing expired fire extinguishers so that they are ready for use, providing APAR signs or symbols at each location point, providing a cover or placing the fire extinguisher outside in a roofed area, equip each hydrant point with instructions for use, carry out hydrant maintenance regarding the completeness and cleanliness of the hydrant box, and update evacuation route signs that are no longer legible and cut trees or branches that cover the signs.

Keywords: oil and gas, fire protection.

ABSTRACT

Industri minyak dan gas merupakan industri dengan risiko tinggi kebakaran. Hal ini diakibatkan karena pada industri tersebut melibatkan beberapa jenis zat yang menimbulkan tekanan dan berpotensi menyebabkan adanya kebocoran dan tumpahan. Ketidakmampuan industri dalam mendeteksi kondisi tersebut dapat menyebabkan kebakaran. Oleh karena itu dibutuhkan evaluasi terhadap penerapan sistem proteksi kebakaran di industri tersebut. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode checklist pemenuhan persyaratan sesuai regulasi yang sesuai. Hasil dari penilaian tersebut menunjukkan bahwa perusahaan telah melakukan pemenuhan sesuai regulasi pada masing-masing sistem dengan presentase di atas 75%. Beberapa saran yang dapat dijadikan pertimbangan untuk perbaikan antara lain mengganti APAR yang kadaluwarsa agar siap digunakan, menyediakan tanda atau simbol APAR di setiap titik lokasi, memberikan penutup atau menempatkan APAR di luar ruangan beratap, melengkapi setiap titik hidran dengan petunjuk penggunaan, melakukan perawatan hidrant mengenai kelengkapan dan kebersihan kotak hidrant, memperbarui rambu jalur evakuasi yang sudah tidak terbaca dan menebang pohon atau dahan yang menutupi rambu tersebut.

Kata Kunci: minyak dan gas, proteksi kebakaran.

INTRODUCTION

Every industrial sector has its own hazards, risks and ways of dealing with them. One of the hazards that can occur in many companies is fire. Based on the Law of the Republic of Indonesia Number 1 of 1970¹ about Occupational Safety which discusses the requirements for occupational safety, one of the requirements is to prevent, reduce and extinguish fires or other events. According to International Labor Organization², major fire disasters that occur in the workplace are caused by the accumulation of flammable materials in the workplace, the accidental provision of ignition sources, the inability to detect fires quickly, and the inability to control fires and extinguish them. The oil and gas industry is one of the important industries to produce energy to meet the world's increasing energy consumption. Industries engaged in oil and gas have high risks in the upstream sector, namely in management and drilling activities. In addition, the downstream sector, namely in processing and distribution activities, also has almost the same risk as the upstream sector. The most important risk in the oil and gas industry is fire³.

The annual report in the United States 2012, found that the number of fires was still high at 1.375.000 fires that resulted in 2.855 deaths, 16.500 injuries and property losses of approximately \$12.400.000⁴. In the time period from 1972 to 2011, there were 53 accidents in the oil industry, 6 gas leaks, 17 fires, 4 explosions, and 20 explosions accompanied by fires⁵. On August 6, 2012 in USA, potential explosion at oil reservoir reportedly exploded and caught fire due to a pipe rupture causing minor burns to 6 workers suffered minor burns in the USA⁶. Fire incidents in oil and gas companies in Indonesia also occur frequently, even in the largest oil and gas companies in Indonesia. The first refinery fire occurred on March 29, 2021 at PT Pertamina Refinery Unit VI Balongan, Indramayu. The refinery fire was repeated on June 11, 2021 at the T-205 tank of Pertamina Cilacap Refinery Unit IV. The next fire incident occurred at the same location on November 13, 2021 at Tank 36T-102 Pertamina Cilacap. On March 4, 2022, a fire occurred at the inlet pipe of Refinery Unit (RU)

V Balikpapan, and several other fires in 2022. In 2023, a large fire incident occurred at Pertamina Plumpang Depot. On April 1, 2023, a fire occurred at PT Kilang Pertamina International (PT KPI) Refinery Unit (RU) Dumai. A similar incident at Pertamina's oil refinery in Dumai did not only occur this time, the oil refinery had also caught fire on July 15, 2009 and December 15, 2008⁷.

An emergency condition is a situation of release of hazardous substances outside the protection zone of a technological facility that exceeds the permissible concentration limits⁸. Fire is a rapid chemical reaction (oxidation) formed from 3 (three) elements namely: heat, air, and fuel that can cause or produce heat and light⁹. One event that can cause an emergency condition in the oil and gas industry is an oil spill or gas leak. Fires caused by explosions or gas leaks in the oil and gas industry are caused by gas detectors not working accurately¹⁰. This causes the gas to escape into the environment and become combustible material (fuel). The leaked gas meets the hot climate in oil and gas production areas, causing fires. Sources of oil spills that have the potential to cause emergencies such as fires are usually production facilities and reservoirs such as tanks, production wells, petroleum pipelines, tank trucks, shut-off valves and flange connections¹¹. To prevent fires in the oil and gas industry, it is necessary to have early detection equipment from fires that are integrated into fire protection systems both active and passive. Planning and implementation also need to be considered and reviewed regularly so that they continue to work optimally. Review and maintenance must be carried out based on applicable regulations. This makes researchers interested in analyzing the suitability of the application and maintenance of fire protection systems in one of the oil and gas companies in East Java.

RESEARCH METHOD

This research is a type of observational research because the research data is obtained through observations in the field without any treatment on the object under study. This research was conducted at the Tanggulangin Gas Plant and Wunut Gas Plant, Minarak

Brantas Gas, Inc., Sidoarjo in December 2023. Based on the time of implementation, this research is included in cross sectional research because the variables are studied at one time (point time approach). The data analysis used is descriptive, because the research conducted aims to make a description of a situation objectively. The object of this study is an active fire protection system consisting of 35 fire extinguishers, 13 hydrants, and a passive fire protection system, namely emergency exit routes. The checklist sheet used in field observations uses the following regulations:

Table 1. Regulations

Object	Regulation
Fire Extinguishers	NFPA 10
Hydrant	NFPA 14
Exit Access	OSHA 29 CFR 1910

The percentage of suitability of the application of fire protection systems is calculated based on the percentage of the number of objects that meet each item, then divided by the total items. The suitability of each fire protection system is calculated based on the following formula:

$$\text{Suitability of fire extinguisher application} = \frac{\text{pemenuhan item 1} + \dots + \text{pemenuhan item 10}}{10} \times 100\%$$

$$\text{Suitability of hydrant application} = \frac{\text{pemenuhan item 1} + \dots + \text{pemenuhan item 8}}{8} \times 100\%$$

$$\text{Suitability of exit access application} = \frac{\text{pemenuhan item 1} + \dots + \text{pemenuhan item 5}}{5} \times 100\%$$

RESULT

Based on the results of observations and identification of fire extinguishers that have been carried out at both gas plants, it is possible to determine the types of fire extinguishers available in the work area and the respective quantities are as follows:

Table 1. Fire Extinguisher Type

Type of Fire Extinguisher	Freq	Percentage (%)
ABC Powder	30	85
CO2	5	15

Total 35 100

Table 2. NFPA 10 Checklist¹²

No	Requirements	Score	Suit (%)
1	Fire extinguishers are used according to the type and classification of the fire.	1.00	
2	There is a seal that must be in good condition and the tube cap is attached.	0.91	
3	Prominently placed, easily accessible, and placed along the normal crossing path.	1.00	
4	Extinguishers weighing no more than 18.14 kg should be installed at a height of no more than 1.53 m above the floor. Extinguishers weighing more than 18.14 kg must be installed at a height of no more than 1.07 m above the floor.	1.00	
5	Fire extinguishers that are outside the building, must have a protective box or lid and be unlocked.	0.97	
6	Fire extinguishers should always be in full condition and ready for operation.	0.14	
7	Every 200 square meters there is 1 fire extinguisher and <200 meters away from all positions.	1.00	
8	Fire extinguisher tubes and hoses do not leak	1.00	
9	Fire extinguisher placement accompanied by a sign or symbol	0.77	
10	Recording the month, year, and initials of personnel at the monthly inspection should be in the vicinity of the fire extinguisher.	0.29	
Total		8.08	80.8

Table 1 shows that the majority of fire extinguisher in that oil and gas company, namely 30 (85%) is a ABC powder. Table 2 shows that the suitability of fire extinguisher application is 80.8%. The lowest score in the assessment was the requirement to provide full and ready-to-use fire extinguishers, where there were only 5 (14%) fire extinguishers that were in ready-to-use condition (not expired).

The coupling used is an instantaneous type using wire and plate. The type of nozzle used is the spray type, with a single hose reel. Based on its location, the hydrant in this company is a type of yard hydrant with a closed box.

Table 3. NFPA 14 Checklist¹³

No	Requirements	Score	Suit (%)
1	Hydrant boxes are easy to open, view and reach	0.77	
2	Has instructions for use posted in an easily visible place	0.00	
3	Hydrant boxes must contain fire equipment only	0.92	
4	Each hydrant box is painted in an eye-catching color	0.92	
5	Each hydrant box must consist of a hose, hose connection, nozzle, and coupling	0.92	
6	Hydrant boxes and hose connections must not be obstructed by anything	0.85	
7	All hydrant pumping units must be installed and seated on a strong and sturdy foundation	0.85	
8	Hydrants outside the building are always in good condition and ready for use	0.85	
Total		6.08	76

Table 3 shows that the suitability of hydrant application is 76%. The lowest score in the assessment was the requirement to provide easily visible hydrant use instructions at each hydrant point, where there is no hydrant point that has instructions for use (0%). The passive fire protection system in this oil and gas company includes exits, muster areas, and exit access roads. Each exit access road is equipped with an evacuation route sign. The sign is set to be a permanent sign. In each room an evacuation route plan has also been provided.

Table 4. OSHA 29 CFR 1910 Checklist¹⁴

No	Requirements	Score	Suit (%)
1	Each path and exit must be ensured to be unobstructed by any material, including locked conditions.	0.50	
2	Along the exit access must be installed with signs that are clearly visible and easily readable.	0.33	
3	Provide lighting along the exit route	1.00	
4	The choice of gathering point must be an open and airy area.	1.00	
5	Ensure that the gathering point is sufficient to accommodate all employees at the location.	1.00	
Total		3,83	76.6

Table 4 shows that the suitability of exit access application is 76.6%. The lowest score in the assessment was the requirement to provide clearly visible and easily readable, where there were 10 clearly visible and easily readable evacuation signs (33%).

DISCUSSION

Based on the Emergency Preparedness and Response Procedure at this oil and gas

company, an emergency is an unplanned and uncontrolled situation or event that can have an impact on the environment, including fires, explosions, gas leaks, oil and chemical spills, and work accidents. In this case, fire control and handling are carried out in accordance with emergency response procedures. In the pre-emergency stage, one of the things done in the preparation point is the procurement, installation, maintenance, and inspection of equipment, infrastructure facilities. Facilities and infrastructure that have been available then carried out inspection testing maintenance. Inspection Testing and Maintenance is important for all fire protection instruments in order to obtain the best quality of protection equipment. Inspection Testing Maintenance is one of the ways to search and find fault factors that can cause less efficient initial fire suppression, which will then take the necessary steps or actions for equipment maintenance¹⁵.

Based on company emergency response procedures, inspection testing maintenance should be carried out every month on each fire protection system. This is in accordance with the theory that fire extinguishers must be inspected from the time they are initially placed and functioned and then at every time interval of approximately 30 days¹⁶ but in practice, inspection testing maintenance of fire extinguishers was last carried out in February 2023. This causes the requirement to provide ready-to-use fire extinguishers to not be fulfilled. The placement of fire extinguishers around inoperable equipment is also an ineffectiveness. Based on the results of clarification with the company, it is known that the reason for not replenishing fire extinguisher that has been empty is the lack of funds due to the decreasing amount of production. This is in line with research on the application of fire protection in universities where the high costs of installing and maintaining fire protection systems are also a big concern for universities with limited financial resources¹⁷.

Hydrant is a permanent fire extinguisher installation in the form of a piping network containing pressurized water¹⁸. The fire water system is the main component in an active fire protection system¹⁹. Fire water systems usually consist of four components, where the first component is water, which can be sea water²⁰. The hydrant system in this oil and gas company consists of a pump water supply system, piping,

outlet coupling (pillar), hose, and nozzle. The water source used for hydrants comes from artesian well which is stored in a pool near the fire pump. The second component in a fire water system is a pumping system, to ensure sufficient water flow to extinguish the fire. The water pump used in this oil and gas company consists of 2, namely the main pump and jockey pump. The main pump serves to always maintain water pressure in the pipe that is channeled to the hydrant. Jockey pump is a pump that functions to cover emergencies when the main pump has not worked. This pump has a sensor that serves to activate the main pump when the jockey pump pressure is no longer able to cover the emergency. The third component is a pipeline which functions to distribute water from the pump to the fire location through a ring on the hydrant pillar²¹. The final component is the fire ring or usually called the pillar hydrant, which can be a ball valve or butter valve²².

Based on the SOP for the maintenance of the fire water system in the company, maintenance of the hydrant and its supporting parts consists of weekly maintenance of the fire water system, monthly maintenance of the fire water system, annual maintenance of the fire water system, and monthly maintenance of the hydrant. Weekly maintenance of the fire water system is carried out by cleaning the fire pump unit, checking the radiator cooling water level, lubricating oil level, and fuel level. Monthly maintenance of the fire water system is carried out by cleaning the air filter, checking the oil pump, and the condition of the v-belt. Annual maintenance of the fire water system is carried out by removing or draining the fuel in the tank and replacing it with a new one, replacing the fuel filter, air filter, checking valves and hoses to prevent leaks. Monthly maintenance of the hydrant is carried out by checking the physical condition of the hydrant box and pillar, checking the bonding of the water outlet, checking the completeness of the contents of the box, conducting a nozzle experiment. A requirement that has not been fulfilled at all is that the hydrant is equipped with instructions for use. Based on the requirements referring to NFPA 14, hydrants must be accompanied by signs and labels explaining that 'they may only be used by trained personnel'²³.

Based on the results of observations in the field, passive fire protection at the oil and gas

company is in accordance with the technical requirements in OSHA 29 CFR 1910 (OSHA 3122-06R, 2004), including ensuring that every path and exit is not blocked by any material, including being locked. In this aspect, there is only tall grass around the exit. However, you can be sure the door can still open. The second aspect that meets the requirements is the presence of lighting along the exit route. In terms of gathering points, the company has also provided a "Muster Area" which is an open, spacious area located near a security post. Assembly point is critical so that people who save themselves know where the safe gathering place is²⁴. This gathering point can accommodate all employees at each location.

Things that do not comply with the technical requirements for exit and evacuation routes are the condition of evacuation signs that are not clear enough to read. These unclear signs are mostly on the walls surrounding the gas plant. In emergency evacuation conditions, a successful evacuation sign system will reduce the time to find a way out, while a poor system can cause more congestion or choose the wrong route, resulting in evacuation delays²⁵. Evacuation signs play an important role in guiding pedestrians to the correct emergency exit²⁶. Therefore, evacuation signs need to be equipped with clear arrows. The left, right and up arrows on signs have proven to be effective in directing people in the desired direction, including even on signs that sound²⁷. However, you need to pay attention to the direction you use. Often in an environment where the people in it are less familiar with the signs, this can lead to misunderstandings. Arrows pointing downwards are often interpreted as forward or backward sound²⁷. In addition, during a mass evacuation, disturbances will occur everywhere and must be considered both in the simulation model and in designing the evacuation plan²⁵. This can be overcome by adding more signs in various positions to prevent signs being obscured by crowds. Some attractive factors should be designed to get more attention from pedestrians, such as flashing lights, bold letters and so on.

The limitation of this research is that the evaluation was carried out based on visual observation. Requirements for the quality and

effectiveness of each protection system such as the amount of APAR pressure, water flow rate at the hydrant pump, and other data that require further testing are obtained from the latest test data.

CONCLUSION

The conclusion of this research shows that the majority of the implementation of fire protection systems in oil and gas companies has complied with existing regulations with an assessment of 80.8% for APAR compliance, 76% for hydrant compliance, and 76.6% for exit access. Things that companies need to pay attention to are that the APAR must be in a ready-to-use condition, provide instructions for use at each hydrant location point, and update evacuation route signs so that they can be read clearly.

REFERENCES

1. Republik Indonesia. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja. Jakarta: 1970.
2. International Labor Organization. (2018). Meningkatkan Keselamatan dan Kesehatan Pekerja Muda. Kantor Perburuhan Internasional, CH- 1211 Geneva 22, Switzerland.
3. Firdaus J, Yuliani O, and Prasojjo J. (2018). Rancang Bangun Sistem Detektor Kebakaran dan Kebocoran Gas dengan Internet of Things Pada Industri Migas. *Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi XIII Tahun 2018 (ReTII)* 149–157. Available from: <https://journal.itny.ac.id/index.php/ReTII/article/view/1090> [Accessed 20th January 2024].
4. Badger SG. (2013). Large-Loss Fires in the United States 2012. National Fire Protection Association. Report number: November, 2013.
5. Sihotang KJ and Widanarko B. (2023). Kajian Dampak Paparan Radiasi Panas Saat Terjadi Tumpahan Minyak dan Kebakaran Tangki di Pusat Pengumpul Produksi Minyak PT. X. *Jurnal Rekayasa Proses* 17: 110–116. Available from: <https://doi.org/10.22146/jrekpros.84097>

- [Accessed 20th January 2024].
6. U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board. (2015). Chevron Richmond Refinery Pipe Rupture and Fire. Final Investigation Report. Report number: 1–121. Available from: <https://www.csb.gov/chevron-refinery-fire/> [Accessed 20th January 2024].
 7. Kompas. Kompas: Sudah 10 Fasilitas Pertamina Meledak dan Terbakar dalam 4 Tahun. Available from: <https://money.kompas.com/read/2023/04/02/104610526/sudah-10-fasilitas-pertamina-meledak-dan-terbakar-dalam-4-tahun?page=2>. [Accessed 20th January 2024].
 8. Kiselev AS. (2017). Industrial Safety of Hazardous Production Facilities. Moscow.
 9. Hillah FF, Firdaus R, Kurnia FW, Zea JM, Nourma M. (2022). Penerapan Keselamatan Kerja Melalui Sosialisasi Dan Pelatihan Penggunaan APAR (Alat Pemadam Api Ringan) di Universitas X. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(4): 462–467. Available from: <https://ejournal.45mataram.ac.id/index.php/swarna/article/view/183> [Accessed 20th January 2024].
 10. Aulia RL and Hasbullah H. (2022). Rancang Bangun Fearless (Fire Supression and Smart Alert System) pada Kebocoran Gas. *Technomedia Journal*, 7(2): 262–279. Available from: <https://doi.org/10.33050/tmj.v7i2.1904> [Accessed 20th January 2024].
 11. Voytyuk IN, Kopteva AV and Skamyin AN. (2020). Emergency Response Plan Automated System for Oil Production and Transportation Enterprises. *Journal of Ecological Engineering*, 22(1): 76–82. Available from: <https://doi.org/10.12911/22998993/128871> [Accessed 20th January 2024].
 12. NFPA (National Fire Protection Association). (2013). Standard for Portable Fire Extinguishers 10. Available from: www.nfpa.org. [Accessed 20th December 2023]
 13. NFPA (National Fire Protection Association). (2013). Standard Installation of Standpipe and Hose Systems 14. Available from: www.nfpa.org. [Accessed 20th December 2023]
 14. OSHA. (2004). Principal Emergency Response and Preparedness. 3122-06R.
 15. Windiari IP and Sijabat EJ. (2023). Inspection, Testing and Maintenance Pump Electric & Indoor Hydrant Di Pt. Kilang Pertamina Internasional Ru Vi Balongan-Indramayu. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 4(3): 2036–2049. Available from: <http://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/jkt/article/view/16006> [Accessed 20th January 2024].
 16. Firdani L et al. (2014). Analisis Penerapan Alat Pemadam Api Ringan (APAR) Di PT. X Pekalongan. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 2(5): 300–308. Available from: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm/article/view/6415> [Accessed 20th January 2024].
 17. Kodur V, Puneet K, and Rafi MM. (2019). Fire Hazard in Buildings: Review, Assessment and Strategies for Improving Fire Safety. *PSU research review*, 4(1): 1–23. Available from: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/PRR-12-2018-0033/full/html> [Accessed 20th January 2024].
 18. Habibah AN and Cahyanigrum I. (2022). The Implementation of Fire Emergency Response in the Central Java Oil and Gas Company. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, 11(1): 21–32. Available from: <http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=2625317&val=9148&title=The%20Implementation%20of%20Fire%20Emergency%20Response%20in%20the%20Central%20Java%20Oil%20and%20Gas%20Company> [Accessed 22th January 2024].
 19. Rao RS, Krishna KVSGM, and Subrahmanyam A. (2014) Challenges in Oil and Gas Industry for Major Fire and Gas Leaks- Risk Reduction Methods. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 3(16): 23–26. Available from:

- https://www.academia.edu/download/56466745/IJRET_Rekhapalli.pdf [Accessed 22th January 2024]
20. Wang CP and Shih BJ. (2018). Research on The Integration of Fire Water Supply. *Proceed Eng*, 211: 778-787.
 21. Peterka P, Hagarová M, Krešák J, Vojtko M, Baranová G. (2022). Failure Analysis of The Industrial Water Piping System Leakage. *Engineering Failure Analysis*, 131: 105843. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1350630721007044> [Accessed 22th January 2024]
 22. Sotoodeh K. (2018). Why are butterfly valves a good alternative to ball valves for utility services in the offshore industry?. *American Journal of Industrial*, 5(1): 36-40. Available from: <https://pubs.sciepub.com/ajie/5/1/6/index.html> [Accessed 22th January 2024]
 23. Djunaidi Z, Tuah N, Rafifa G. (2018). Analysis of the active and passive fire protection systems in the government building, Depok City, Indonesia. *KnE Life Science*, 4(5): 384. Available from: <https://knepublishing.com/index.php/KnE-Life/article/view/2569> [Accessed 20th January 2024]
 24. Suryoputro MR et al. (2018). Active and passive fire protection system in academic building KH. Mas Mansur, Islamic University of Indonesia. *MATEC Web of Conferences*, 154: 0–5. Available from: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201815401094> [Accessed 20th January 2024]
 25. Zhu Y et al. (2017). Follow the evacuation signs or surrounding people during building evacuation, an experimental study. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, (560): 125-156. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.physa.2020.125156> [Accessed 22th January 2024]
 26. Zhang Z, Jia L, and Qin Y. (2016). Optimal number and location planning of evacuation signage in public space. *Safety Science*, 91: 132-147. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092575351630162X> [Accessed 22th January 2024]
 27. Kubota J, Sano T, Ronchi E. (2021). Assessing the compliance with the direction indicated by emergency evacuation signage. *Safety Science* 2021, 138: 1-12. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925753521000552> [Accessed 22th January 2024]

Pengelolaan Limbah Padat Menstruasi Siswi Sekolah Menengah Pertama di Provinsi Sumatera Barat

Management of Menstrual Solid Waste among Junior High School Students in West Sumatra Province

**Trisfa Augia¹, Mery Ramadani¹, Regina Muthia Sahirah¹, Luthfil Hadi Anshari¹,
Muthya Divani Sukardi¹, Aliffa Oktanofrida Hade²**

1. Program Studi S-1 Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Andalas, Padang, Indonesia

2. Program Studi S-1 Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang, Indonesia

***Corresponding Author: Trisfa Augia**

E-mail: trisfaaugia@ph.unand.ac.id

ABSTRAK

Manajemen Kebersihan Menstruasi (MKM) merupakan bagian dari program pemerintah untuk kesehatan reproduksi wanita. Pemahaman remaja tentang MKM di negara-negara berkembang masih rendah. Tujuan penelitian adalah mengetahui tindakan, pengetahuan, sikap, persepsi siswi tentang sarana dan prasarana serta peran orang tua dalam mengelola limbah padat menstruasi. Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif, dengan pendekatan *cross-sectional*. Populasi penelitian adalah siswi Sekolah Menengah Pertama di Kota Padang Panjang dan Kabupaten Padang Pariaman, dengan sampel berjumlah 234 orang. Data di analisis secara univariat, bivariat dan multivariat menggunakan SPSS. Hampir separuh responden melakukan tindakan kurang baik dalam mengelola limbah padat menstruasi (44,9%), mempunyai pengetahuan rendah (44,4%), mempunyai sikap negatif (44,4%), mempunyai persepsi kurang baik tentang sarana dan sarana pendukung (48,3%), dan menyatakan tidak ada peran orang tua/keluarga dalam mengelola limbah padat menstruasi (43,2%). Terdapat hubungan signifikan antara tingkat pengetahuan, sikap responden dan peran orang tua dengan tindakan pengelolaan limbah padat menstruasi. Namun tidak terdapat hubungan antara persepsi ketersediaan sarana dan prasarana dengan tindakan mengelola limbah padat menstruasi. Tingkat pengetahuan dan sikap mempunyai pengaruh terbesar dalam menentukan tindakan yang dilakukan oleh responden. Pemerintah diharapkan memberikan sosialisasi kepada masyarakat tentang cara membuang limbah padat menstruasi serta menyediakan sarana dan prasarana sanitasi yang memadai. Orang tua juga memberikan bimbingan sejak dini.

Kata Kunci : Limbah menstruasi, Kesehatan reproduksi, Pencemaran lingkungan, Remaja putri

ABSTRACT

Menstrual Hygiene Management (MHM) is part of the government's program for women's reproductive health. Adolescents' understanding of MHM in developing countries is still low. The study aimed to explore the actions, knowledge, attitudes, and perceptions of female students about facilities and infrastructure, as well as the role of parents in managing menstrual solid waste. The method used is a quantitative method with a cross-sectional approach. The study population was junior high school students in Padang Panjang City and Padang Pariaman Regency, with a sample of 234 people. Data were analyzed univariately, bivariately, and multivariately using SPSS. Almost half of respondents took poor action in managing menstrual solid waste (44.9%), had low knowledge (44.4%), had a negative attitude (44.4%), had a poor perception of supporting facilities and facilities (48.3%), and stated that there was no role of parents/families in managing menstrual solid waste (43.2%). There was a significant relationship between the level of knowledge, respondents' attitudes, and the role of parents with menstrual solid waste management measures. However, there is no relationship between the perception of the availability of facilities and infrastructure and action. The level of knowledge and attitude has the most significant influence in determining the actions taken by respondents. The government is expected to provide socialization to the public on how to dispose of menstrual solid waste and provide adequate sanitation facilities and infrastructure. Parents also provide guidance early on.

Keywords: Menstrual waste, Reproductive health, Environmental pollution, Teenagers

PENDAHULUAN

Manajemen Kebersihan Menstruasi (MKM) merupakan bagian dari program pemerintah untuk meningkatkan kesehatan remaja Kementerian Kesehatan mengupayakan kebersihan menstruasi dengan memberlakukan Trias UKS (Tiga Usaha Kesehatan Sekolah). Upaya ini dilakukan agar remaja yang baru mengalami menstruasi dapat memahami pentingnya menjaga kebersihan saat menstruasi⁽¹⁾.

Berdasarkan penelitian Adyani (2022), faktor-faktor yang mempengaruhi MKM antara lain adalah faktor personal remaja, faktor lingkungan, faktor sosial. Faktor personal seperti pengetahuan, sikap, dan perilaku. Faktor lingkungan adalah sarana, prasarana, adat dan budaya. Sedangkan faktor sosial adalah orang tua dan teman sebaya. Disamping itu, faktor sosial lain adalah faktor tenaga Kesehatan⁽²⁾. Penelitian di sekolah menengah pertama di Kabupaten Buton menunjukkan bahwa personal hygiene saat menstruasi ditentukan oleh tingkat pengetahuan, sikap dan tindakan dari siswi⁽³⁾.

Di negara-negara berkembang, anak perempuan memiliki pengetahuan yang sangat kurang tentang infeksi saluran reproduksi yang disebabkan karena ketidaktahuan tentang *personal hygiene* pada saat menstruasi. Di daerah pedesaan, sebagian mereka tidak memiliki akses terhadap pembalut atau mereka mengetahui sedikit tentang jenis dan cara penggunaannya bahkan tidak mampu membeli karena biaya. Beberapa menggunakan bantalan kain yang dapat digunakan kembali dan dicuci. Hal ini tidak lepas dari kebutuhan air bersih dan sanitasi⁽⁴⁾.

Limbah padat yang dihasilkan dari pembalut bekas dapat berpotensi mencemari lingkungan. Hal ini dapat berdampak terhadap kesehatan masyarakat karena dapat menjadi sumber pencemaran penyakit melalui perantara binatang pembawa penyakit dan vektor.

Penelitian lain menunjukkan bahwa lebih separuh siswi melaksanakan praktek manajemen menstruasi yang buruk dan hal ini berhubungan dengan letak geografis suatu daerah. Disamping itu juga berhubungan dengan sarana dan prasarana seperti ketersediaan air bersih, sanitasi dan *hygiene*⁽⁵⁾.

Manajemen Kebersihan Menstruasi adalah pengelolaan kebersihan dan kesehatan pada saat perempuan mengalami menstruasi. Dalam MKM, perempuan diharapkan dapat menggunakan pembalut yang bersih, dan diganti sesering mungkin selama periode menstruasi. Selain itu, perempuan juga memiliki akses untuk pembuangannya, serta dapat mengakses toilet, sabun, dan air untuk membersihkan diri dalam kondisi nyaman dengan privasi yang terjaga⁽⁶⁾.

Menjaga kebersihan tubuh pada saat menstruasi, dengan mengganti pembalut sesering mungkin dan membersihkan bagian reproduksi terutama vagina dan sekitarnya dari darah, sehingga mencegah perempuan dari penyakit infeksi saluran kencing, infeksi saluran reproduksi, dan iritasi pada kulit⁽⁶⁾.

Permasalahan yang sering muncul dalam pengelolaan limbah padat yang dihasilkan saat menstruasi adalah membuang limbah sembarangan, bahkan ke dalam lubang kloset. Hal ini disebabkan oleh tidak tersedianya tempat untuk membuang pembalut bekas pakai sehingga mendorong siswi perempuan untuk membuangnya di lubang kloset atau di sembarang tempat di jamban sekolah. Akibatnya, kloset dan jamban tersumbat, tidak berfungsi, dan kotor sehingga tidak digunakan.

Edukasi mengenai MKM perlu dilakukan sejak dini terutama pada kelompok *menarche* untuk mencegah permasalahan tersebut. Penelitian Plan International Indonesia pada tahun 2016 menyebutkan hanya 25% anak perempuan yang diajarkan cara membuang pembalut secara benar⁽⁶⁾.

Berdasarkan hal di atas, peneliti tertarik untuk mengetahui gambaran tingkat pengetahuan, sikap, dan tindakan siswi di sekolah menengah di Provinsi Sumatera Barat dalam mengelola limbah padat saat menstruasi serta *personal hygienenya*

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan *cross-sectional* untuk memperoleh data pengetahuan, sikap, persepsi dan tindakan siswi sekolah menengah di Provinsi Sumatera Barat dalam membuang limbah padat saat menstruasi. Variabel

dependen penelitian adalah tindakan siswa, sedangkan variabel independen adalah tingkat pengetahuan, sikap, persepsi tentang ketersediaan sarana dan prasarana sanitasi, dan persepsi peran orang tua atau keluarga.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April sampai November 2023 di Kabupaten Padang Pariaman dan Kota Padang Panjang. Populasi penelitian adalah seluruh siswi di 2 (dua) sekolah di Kabupaten Padang Pariaman dan Kota Padang Panjang.

Berdasarkan perhitungan menggunakan rumus Slovin, jumlah sampel penelitian sebanyak 234 orang. Metode pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan teknik *systematic random sampling* berdasarkan jumlah siswa perempuan di setiap sekolah

Analisis univariat akan menyajikan distribusi frekuensi dan persentase untuk setiap variabel. Dalam penelitian ini, analisis digunakan untuk mendeskripsikan variabel tindakan, tingkat pengetahuan, sikap, dan persepsi sarana dan prasarana serta persepsi tentang peran orang tua dalam mengelola limbah padat menstruasi dalam bentuk tabel distribusi frekuensi. Analisis bivariat menggunakan uji statistik *chi-square*, untuk menguji hubungan antara variabel tingkat pengetahuan, sikap, persepsi responden tentang sarana dan prasarana serta peran orang tua/keluarga dengan tindakan mengelola limbah padat menstruasi. Variabel independen dan variabel dependen (x2) dengan tingkat kepercayaan 95% ($p < 0,05$).

Hubungan antara dua variabel dikatakan bermakna jika memiliki nilai $p \leq 0,05$ dan dikatakan tidak bermakna jika memiliki nilai $p > 0,05$.

Analisis multivariat dilakukan untuk mengetahui variabel independen yang paling berpengaruh terhadap Tindakan yang dilakukan siswi.

HASIL PENELITIAN

Karakteristik responden

Tabel 1. Karakteristik Responden

Karakteristik	MTsN Padang Panjang	SMP 3 Padang Pariaman
Umur		

11 tahun	-	1(0,98%)
12 tahun	11(8,3%)	15 (14,7%)
13 tahun	106 (80,3%)	44 (43,1%)
14 tahun	15 (11,4%)	33 (32,4%)
15 tahun	-	8 (7,8%)
16 tahun	-	1(0,98%)
Tempat Tinggal	72(54,5%)	99 (97,1%)
Orang tua	2 (1,5%)	3 (2,9%)
Wali	50 (37,9%)	-
Asrama	8 (6,1%)	-
Kost		
Umur menstruasi pertama	12 (9,1%)	6 (5,9%)
10 tahun	43 (32,6%)	13 (12,7%)
11 tahun	60 (45,5%)	49 (48%)
12 tahun	15 (11,4%)	25 (24,5%)
13 tahun	2 (1,5%)	6 (5,9%)
14 tahun	-	2 (2%)
15 tahun	-	1 (1%)
16 tahun		

Berdasarkan Tabel 1, diketahui bahwa sebagian besar responden berumur 13 tahun, tinggal dengan orang tua dan mengalami menstruasi pertama kali (*menarche*) pada usia 11 tahun.

Analisis Univariat

Tabel 2 menunjukkan bahwa hampir setengah dari responden (44,9%) memiliki tindakan yang kurang baik dalam pengelolaan limbah padat menstruasi, mempunyai tingkat pengetahuan yang rendah (44,4%), sikap yang negatif (44,4%), persepsi kurang baik tentang ketersediaan sarana dan prasarana sanitasi (48,3%) dan persepsi tidak adanya peran orang tua/keluarga dalam mengelola limbah padat menstruasi tersebut (43,2%).

Tabel 2. Distribusi Frekuensi Tindakan, Pengetahuan, Sikap dan Persepsi Sarana dan Prasarana serta Peran Orang Tua/Keluarga

Variabel	Frekuensi (f)	Persentase (%)
Tindakan Pengelolaan Limbah Padat Menstruasi		
Tidak baik	105	44,9
Baik	129	55,1
Tingkat Pengetahuan		
Rendah	104	44,4%

Tinggi	130	55,6%	Baik	121	51,7%
Sikap			Peran orang tua/keluarga		
Negatif	104	44,4%	Tidak Ada	101	43,2%
Positif	130	55,6%	Ada	133	56,8%
Persepsi Ketersediaan Sarana dan Prasarana					
Kurang Baik	113	48,3%			

Analisis Bivariat

Tabel 3. Hubungan Pengetahuan dengan Tindakan dalam pengelolaan limbah padat menstruasi

Pengetahuan	Tindakan Pengelolaan Limbah Padat Menstruasi				Total		<i>p-value</i>	OR
	Tidak baik		Baik					
	f	%	f	%	f	%		
Rendah	65	62,5	39	37,5	104	100	0,000	3,750
Tinggi	40	30,8	90	69,2	130	100		
Total	105	44,9	129	55,1	234	100		

Pada Tabel 3 menunjukkan bahwa lebih dari separuh responden yang mempunyai tindakan kurang baik mempunyai pengetahuan yang rendah tentang pengelolaan limbah menstruasi. P value menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara

tingkat pengetahuan dengan Tindakan pengelolaan limbah padat menstruasi. Hubungan sikap dengan tindakan pengelolaan limbah padat menstruasi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hubungan sikap dengan tindakan pengelolaan limbah padat menstruasi

Sikap	Tindakan Pengelolaan Limbah Padat Menstruasi				total		<i>p-value</i>	OR
	Tidak baik		Baik					
	f	%	f	%	f	%		
Negatif	60	57,7	44	42,3	104	100	0,001	2,576
Positif	45	34,6	85	65,4	130	100		
Total	105	44,9	129	55,1	234	100		

Responden yang melakukan tindakan tidak baik mempunyai sikap yang negatif dalam mengelola limbah padat menstruasi. Berdasarkan analisis diketahui bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara sikap dengan tindakan dalam mengelola limbah padat menstruasi.

Tabel 5. menunjukkan hubungan persepsi tentang ketersediaan sarana dan prasarana sanitasi dengan tindakan pengelolaan limbah padat menstruasi, dimana tidak terdapat hubungan antara persepsi sarana dan prasarana dengan Tindakan dalam mengelola limbah padat menstruasi.

Tabel 5. Hubungan persepsi ketersediaan sarana dan prasarana dengan tindakan pengelolaan limbah padat menstruasi

Persepsi Ketersediaan Sarana dan Prasarana	Tindakan Pengelolaan Limbah Padat Menstruasi				total		p-value	OR
	Tidak Baik		Baik					
	f	%	f	%	F	%		
Tidak baik	48	42,5	65	57,5	113	100	0,562	0,829
Baik	57	47,1	64	52,9	121	100		
Total	105	44,9	129	55,1	234	100		

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara peran orang tua atau keluarga dengan tindakan dalam mengelola limbah padat menstruasi. Responden yang melakukan

tindakan tidak baik memiliki persepsi tidak adanya peran orang tua atau keluarga dalam mengelola limbah padat menstruasi (Tabel 6).

Tabel 6. Hubungan peran orang tua/keluarga dengan Tindakan pengelolaan limbah padat menstruasi

Peran Orang Tua/Keluarga	Tindakan Pengelolaan Limbah Padat Menstruasi				total		<i>p-value</i>	OR
	Tidak baik		Baik					
	f	%	F	%	F	%		
Tidak ada	54	53,5	47	46,5	101	100	0,030	1,847
Ada	51	38,3	82	61,7	133	100		
Total	105	44,9	129	55,1	234	100		

Analisis Multivariat

Hasil analisis multivariat diketahui bahwa dari tiga variable yang mempunyai hubungan yang signifikan, diketahui bahwa

tingkat pengetahuan dan sikap mempunyai pengaruh paling besar dalam mengelola limbah padat menstruasi (Tabel 7 dan Tabel 8)

Tabel 7. Hasil regresi logistik (pertama)

Variabel	p-value	POR	95,0% CI	
			Lower	Upper
Pengetahuan	0,000	3,467	1,978	6,077
Sikap	0,005	2,286	1,292	4,044
Peran orang tua/keluarga	0,387	1,290	0,725	2,296

Tabel 8. Hasil regresi logistik (kedua)

Variabel	p-value	POR	95,0% CI	
			Lower	Upper
Pengetahuan	0,000	3,586	2,056	6,254
Sikap	0,002	2,416	1,385	4,217

PEMBAHASAN

Penggunaan pembalut sekali pakai dapat menghasilkan limbah padat yang tidak mudah terurai sehingga dapat mencemari lingkungan.

dioksin yang meliputi *polychlorinated dibenzodioxins (PCDDs)* dan *polychlorinated dibenzofurans (PCDFs)*, dan *polychlorobiphenyls (PCBs)* terdeteksi di

pembalut sekali pakai ⁽⁷⁾. Penelitian yang dilakukan oleh Roxburgh dkk. (2021) menyoroti kecenderungan penggunaan pembalut sekali pakai di kalangan remaja yang dapat mengakibatkan adanya potensi peningkatan timbulan sampah menstruasi. Temuan ini sangat penting untuk memahami tantangan pengelolaan sampah yang dihadapi dari siswi sekolah di negara maju dan berkembang, karena menyoroti faktor-faktor potensial yang berkontribusi terhadap timbulan sampah menstruasi ⁽⁸⁾.

Penelitian oleh Garikipati (2021) mengkaji manajemen kebersihan menstruasi di negara-negara berpenghasilan rendah dan menengah, terutama menitikberatkan pada implikasi dari meluasnya penggunaan pembalut sekali pakai. Penelitian ini menyoroti bagaimana tabu, dinamika pasar, dan kebijakan pemerintah telah menyebabkan informasi asimetris, sehingga membatasi kesadaran perempuan akan alternatif produk menstruasi. Temuan ini menekankan implikasi lingkungan yang merugikan dari dominasi pembalut sekali pakai dan perlunya mengadvokasi pemerintah berdasarkan data yang ada sebagai dasar membuat kebijakan untuk mengarahkan pasar menghasilkan pembalut menstruasi sekali pakai yang ramah lingkungan dan adanya penelitian yang berkelanjutan. Selain itu, penelitian ini menunjukkan perhatian yang semakin besar terhadap dampak negatif pembalut terhadap lingkungan karena kurangnya pengelolaan limbah yang tepat di negara-negara tersebut ⁽⁹⁾.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa hampir separuh responden memiliki persepsi kurang baik tentang ketersediaan sarana dan prasarana sanitasi yang baik. Sarana sanitasi seperti ketersediaan air bersih, sabun, wastafel, toilet yang bersih dan tertutup serta ketersediaan pembalut pengganti. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Magayane dan Meremo (2021) menggambarkan praktik manajemen kebersihan menstruasi di kalangan remaja perempuan di sekolah menengah umum di Distrik Kibondo, Tanzania. Penelitian ini menunjukkan adanya tantangan nyata dalam praktik MKM, termasuk kurangnya fasilitas seperti toilet, area pribadi untuk mengganti pembalut, dan ketersediaan air bersih.

Penelitian ini merekomendasikan penyediaan pembalut dan pendidikan bagi remaja perempuan, serta integrasi topik MKM ke dalam kurikulum sekolah untuk meningkatkan kesadaran siswi. Selain itu, studi ini juga menekankan peran guru dan petugas kesehatan dalam memberikan bimbingan dan penyuluhan kesehatan kepada remaja perempuan untuk manajemen menstruasi yang efektif. Temuan studi ini sangat penting untuk memahami tantangan yang dihadapi oleh siswi sekolah dalam mengelola limbah menstruasi dan dukungan serta fasilitas yang diperlukan untuk pengelolaan limbah yang efektif ⁽¹⁰⁾.

Penelitian Jahan dkk. (2020), berfokus pada eksplorasi sistem yang ada untuk membuang limbah padat menstruasi di sekolah-sekolah perkotaan dan pedesaan di Bangladesh. Penelitian ini menemukan bahwa kurangnya toilet fungsional dan area pribadi untuk mengganti produk menstruasi, serta terbatasnya pilihan untuk pembuangan merupakan hambatan yang signifikan untuk manajemen kebersihan menstruasi yang optimal. Penelitian ini mengujicobakan dan mengimplementasikan sistem pembuangan yang lebih disukai oleh para siswi, guru, dan petugas kebersihan karena kapasitasnya yang besar, tahan lama, dan persyaratan perawatan yang rendah. Temuan ini menekankan pentingnya opsi pembuangan yang berkelanjutan dan perlunya pengawasan rutin serta motivasi anak perempuan untuk membuang produk dengan benar untuk meningkatkan manajemen kebersihan menstruasi di sekolah ⁽¹¹⁾.

Menurut Babagoli dkk. (2022) studi yang dilakukan di pedesaan Kenya barat menemukan bahwa menyediakan cup menstruasi untuk siswi lebih hemat biaya dalam meningkatkan hasil kesehatan dibandingkan dengan pembalut. Biaya *menstrual cup* diperkirakan jauh lebih rendah dibandingkan dengan pembalut, dan manfaat kesehatan dari intervensi *menstrual cup* lebih tinggi. Penelitian ini menunjukkan bahwa *menstrual cup* dapat memberikan solusi yang hemat biaya untuk manajemen kebersihan menstruasi di negara berpenghasilan rendah, dan menyoroti perbedaan yang signifikan dalam timbulan sampah antara *menstrual cup* dan pembalut ⁽¹²⁾. Kondisi ini berbeda dengan di Indonesia,

dimana penggunaan *menstrual cup* tidak populer dan harga di pasaran cukup tinggi sehingga tidak dapat bersaing dengan harga pembalut sekali pakai.

Sosialisasi dan edukasi tentang pengelolaan limbah padat pembalut penting diberikan kepada siswi sekolah secara rutin. Sivakami dkk., (2018) mengungkapkan bahwa anak perempuan di sekolah model di India, yang memiliki program pendidikan kebersihan menstruasi yang terfokus, memiliki pengetahuan yang lebih baik tentang menstruasi sebelum *menarche* dibandingkan dengan anak perempuan di sekolah biasa. Penelitian ini juga menemukan bahwa pendidikan kebersihan menstruasi, produk sanitasi yang mudah diakses, pereda nyeri, dan fasilitas sanitasi yang memadai di sekolah akan meningkatkan pengalaman bersekolah bagi remaja perempuan di India. Hal ini sejalan dengan upaya Pemerintah India dan berbagai organisasi untuk meningkatkan manajemen kebersihan menstruasi di sekolah, dengan menekankan pentingnya pengetahuan, akses, dan pembuangan limbah menstruasi yang tepat⁽¹³⁾.

Menurut Geethu dkk.,(2016) studi mereka menemukan bahwa mayoritas perempuan di lingkungan pedesaan menyimpan pembalut di kamar mandi dan membuangnya dengan cara dibakar, dibuang bersama sampah rumah tangga, dibuang di tempat terbuka, atau dikubur. Hal ini mengindikasikan kurangnya praktik pengelolaan limbah yang tepat dan menyoroti kebutuhan akan pendidikan dan fasilitas yang lebih baik untuk mendukung pengelolaan limbah pembalut yang lebih baik di kalangan perempuan di negara berkembang dan negara maju⁽¹⁴⁾.

Studi yang dilakukan oleh Kavitha dkk.(2018) menyoroti kurangnya pengetahuan dan buruknya manajemen kebersihan menstruasi (MKM) di kalangan remaja perempuan di daerah pedesaan. Penelitian tersebut mengungkapkan bahwa sebagian besar anak perempuan tidak mengetahui tentang menstruasi sebelum *menarche*, dan sebagian besar mengandalkan informasi dari ibu mereka. Selain itu, penelitian ini juga menunjukkan bahwa sebagian besar anak perempuan tidak memiliki kebiasaan mengganti pembalut di sekolah, dan banyak dari mereka yang menghadapi pembatasan dalam kegiatan keagamaan dan sosial selama menstruasi.

Temuan-temuan ini menggarisbawahi kebutuhan mendesak untuk meningkatkan pendidikan, akses ke produk sanitasi yang higienis, dan fasilitas pengelolaan limbah yang tepat untuk mendukung kebersihan menstruasi anak perempuan di negara berkembang dan negara maju⁽¹⁵⁾.

Menurut Yadav dkk.,(2018) studi tentang manajemen kebersihan menstruasi di kalangan remaja sekolah mengungkapkan bahwa meskipun ada tingkat pengetahuan yang cukup baik, ada kebutuhan untuk perbaikan dalam sikap dan praktik. Hal ini menunjukkan bahwa intervensi yang berfokus pada perubahan sikap dan mempromosikan praktik yang lebih baik sangat penting dalam menangani pengelolaan limbah pembalut di kalangan siswi sekolah di negara berkembang dan negara maju⁽¹⁶⁾.

Studi yang dilakukan oleh Andani (2020) mengungkapkan bahwa lebih dari separuh responden mempunyai pengetahuan yang baik (66,7%), sikap (60,3%), dan praktik (79,5%) mengenai kebersihan menstruasi yang baik. Hal ini menunjukkan tren positif dalam pemahaman dan perilaku anak perempuan sekolah terhadap kebersihan menstruasi, yang sangat penting untuk pengelolaan sampah yang efektif⁽¹⁷⁾.

Isano dkk., (2022) menemukan bahwa persentase yang signifikan dari anak perempuan sekolah menengah di pedesaan Rwanda menggunakan kain untuk manajemen menstruasi dan mengalami ketidakhadiran di sekolah terkait menstruasi. Kurangnya produk perlindungan sanitasi dan rasa takut diejek diidentifikasi sebagai alasan utama untuk masalah ini. Para peneliti menyimpulkan bahwa fasilitas yang mudah diakses bagi anak perempuan untuk berganti pakaian, penyediaan obat pereda nyeri, dan pasokan pembalut yang memadai sangat penting untuk mengatasi tantangan ini⁽¹⁸⁾.

Menurut Sychareun dkk., (2020) temuan penelitian mereka menunjukkan bahwa 44% responden yang telah mencapai *menarche* melaporkan praktik manajemen kebersihan menstruasi yang baik. Hal ini menunjukkan bahwa perlu adanya investigasi lebih lanjut mengenai pengetahuan, sikap, dan perilaku anak perempuan sekolah dalam mengelola sampah menstruasi, terutama di negara berkembang⁽¹⁹⁾.

Penelitian oleh Block dkk., (2023)

menyoroti pentingnya menangani kesehatan menstruasi dan manajemen kebersihan di kalangan remaja perempuan. Temuan penelitian tersebut menekankan pentingnya panduan praktis dan mekanisme komunikasi dalam meningkatkan pengetahuan dan praktik anak perempuan terkait penggunaan dan pembuangan produk kebersihan menstruasi. Penelitian ini menggarisbawahi kebutuhan mendesak akan perubahan yang berkelanjutan untuk mempromosikan manajemen kesehatan dan kebersihan menstruasi yang positif⁽²⁰⁾.

Kaur dkk., (2018) menyatakan tantangan yang dihadapi oleh anak perempuan dan perempuan di negara berkembang terkait manajemen kebersihan menstruasi. Penelitian ini menekankan kurangnya pengetahuan dan akses terhadap produk sanitasi, yang mengarah pada penggunaan pembalut kain yang dapat digunakan kembali dan praktik pembuangan yang tidak tepat. Penelitian ini menggarisbawahi perlunya edukasi mengenai pencemaran lingkungan dan bahaya kesehatan, serta promosi produk sanitasi yang dapat digunakan kembali dan alami. Selain itu, penelitian ini juga membahas penguraian bahan organik yang digunakan untuk manajemen menstruasi di jamban/tempat pembuangan sampah, yang menyoroti isu-isu pengelolaan limbah⁽²¹⁾.

Studi oleh Nuraini dan Pertiwi (2019) memberikan wawasan tentang faktor-faktor yang terkait dengan perilaku pengelolaan sampah di desa tertentu. Penelitian ini menyoroti hubungan antara pengetahuan, sikap, dan ketersediaan fasilitas pembuangan sementara dengan perilaku pengelolaan sampah. Penelitian ini relevan dengan tugas ini karena menawarkan kerangka kerja untuk memahami faktor-faktor yang memengaruhi perilaku pengelolaan sampah, yang dapat diterapkan pada konteks pengelolaan sampah pembalut di kalangan siswi sekolah di negara berkembang dan negara maju⁽²²⁾.

Menurut Wu dkk., (2022) penelitian yang dilakukan di kalangan mahasiswa di Cina mengungkapkan bahwa norma subjektif, kontrol perilaku yang dirasakan, norma pribadi, dan pengetahuan lingkungan merupakan faktor penting yang mempengaruhi perilaku pengelolaan sampah. Temuan ini menekankan

pentingnya pengetahuan lingkungan dan norma-norma pribadi dalam membentuk praktik pengelolaan sampah individu, menjelaskan pentingnya pendidikan dan nilai-nilai pribadi dalam mempromosikan perilaku pengelolaan sampah yang berkelanjutan⁽²³⁾.

Studi yang dilakukan oleh Muiruri dkk., (2020) menemukan bahwa meskipun penduduk di Eastleigh, Nairobi, Kenya memiliki pengetahuan yang baik tentang pengelolaan sampah, namun sikap mereka terhadap pengelolaan sampah masih kurang baik. Hal ini menunjukkan bahwa memiliki pengetahuan tentang pengelolaan sampah belum tentu menghasilkan sikap dan tindakan yang positif. Temuan ini bisa jadi relevan jika melihat pengetahuan, sikap, dan perilaku siswi sekolah dalam mengelola sampah pembalut baik di negara berkembang maupun negara maju⁽²⁴⁾.

Hasil penelitian Mulasari dkk., (2016) menunjukkan bahwa pelatihan pengelolaan sampah berbasis masyarakat yang sehat menyebabkan peningkatan pengetahuan, sikap, indikator perilaku, dan kepadatan vektor. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan program semacam itu dapat berdampak positif pada praktik pengelolaan sampah, termasuk pembuangan pembalut menstruasi, di kalangan anak perempuan sekolah, baik di negara berkembang maupun negara maju⁽²⁵⁾.

Temuan Wang dkk., (2021) menekankan pentingnya dukungan kebijakan dan penyebaran informasi kepada masyarakat agar berperilaku pro-lingkungan. Hal ini relevan dengan permasalahan limbah padat menstruasi karena menyoroti pentingnya pengetahuan dan sikap dalam praktik pengelolaan sampah, yang dapat diterapkan pada konteks pengelolaan sampah pembalut menstruasi di kalangan siswi sekolah di negara berkembang dan negara maju. Studi ini menggarisbawahi perlunya langkah-langkah kebijakan yang komprehensif dan komunikasi yang efektif untuk mendorong perubahan perilaku yang positif, yang dapat diperluas ke peran dukungan fasilitas, keluarga, dan guru dalam membentuk perilaku pengelolaan sampah di kalangan siswi sekolah⁽²⁶⁾.

KESIMPULAN

Tingkat pengetahuan dan Sikap mempunyai pengaruh terbesar dalam menentukan Tindakan yang dilakukan oleh responden. Disarankan Pemerintah memberikan sosialisasi dan penyuluhan secara rutin kepada remaja putri tentang cara membuang limbah padat menstruasi yang benar. Sekolah perlu menyediakan sarana dan prasarana sanitasi yang memadai, dan guru memberikan edukasi tentang MKM kepada seluruh siswa. Disamping itu, orang tua perlu memberikan bimbingan dan edukasi kepada anak sejak dini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPM Universitas Andalas yang telah memberikan dukungan moril dan materil sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik serta pihak sekolah SMP Negeri 3 Padang Pariaman dan MTsN Padang Panjang yang telah memfasilitasi tempat dan siswa sebagai responden penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kementerian_Kesehatan. Kemenkes Tekankan Manajemen Kebersihan Menstruasi Melalui UKS: Kementerian Kesehatan RI; 2017 [Available from: <https://sehatnegeriku.kemkes.go.id/baca/umum/20170526/2121021/kemenkes-tekanan-manajemen-kebersihan-menstruasi-melalui-uks/#:~:text=Kemenkes%20Tekankan%20Manajemen%20Kebersihan%20Menstruasi%20Melalui%20UKS,-by%20Rokom&text=Kementerian%20Kesehatan%20mengupayakan%20kebersihan%20menstruasi.pentingnya%20menjaga%20kebersihan%20saat%20menstruasi>].
2. Adyani K, Aisyaroh N, Anisa Fitri N. Faktor-faktor yang mempengaruhi perilaku manajemen kebersihan menstruasi remaja: literatur review. MPPKI (Media Publikasi Promosi Kesehatan Indonesia): The Indonesian Journal of Health Promotion. 2022;5(10).
3. Novianti, Yasnani, Meiyana Erawan P. Hubungan pengetahuan, sikap dan tindakan dengan personal hygiene menstruasi pada remaja putri di SMP Negeri Satap Bukit Asri Kabupaten Buton Tahun 2016. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kesehatan Masyarakat. 2016;1(3).
4. Kaur R, Kaur K, Kaur R. Menstrual Hygiene, Management, and Waste Disposal: Practices and Challenges Faced by Girls/Women of Developing Countries. J Environ Public Health. 2018;2018:1730964.
5. Davis J, Macintyre A, Odagiri M, Suriastini W, Cordova A, Huggett C, et al. Menstrual hygiene management and school absenteeism among adolescent students in Indonesia: evidence from a cross-sectional school-based survey. Trop Med Int Health. 2018;23(12):1350-63.
6. Kebudayaan DPSDKPd. Panduan Manajemen Kebersihan Menstruasi bagi guru dan orang tua: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan; 2017.
7. Woo J, Kim S, Kim H, Jeong KS, Kim E, Ha E. Systematic Review on Sanitary Pads and Female Health. The EWHA Medical Journal. 2019;3(42):25-38.
8. Roxburgh H, Magombo C, Kaliwo T, Tilley E, Hampshire K, Oliver DM. Blood Flows: Mapping Journeys of Menstrual Waste in Blantyre, Malawi. Cities & Health. 2021.
9. Garikipati S. Asymmetric Information in Menstrual Health and Implications for Sustainability: Insights From India. 2021.
10. Magayane R, Meremo J. Menstrual Hygiene Management Practices for Adolescent Girls Among Public Secondary Schools in Kibondo District, Tanzania. East African Journal of Education and Social Sciences. 2021.
11. Jahan F, Nuruzzaman, Sultana F, Mahfuz MT, Rahman M, Akhand F, et al. Piloting an Acceptable and Feasible Menstrual Hygiene Products Disposal System in Urban and Rural Schools in Bangladesh. BMC Public Health. 2020.
12. Babagoli MA, Benshaul-Tolonen A, Zulaika G, Nyothach E, Oduor C, Obor D, et al. Cost-Effectiveness and Cost-Benefit Analyses of Providing Menstrual Cups and Sanitary Pads to Schoolgirls in Rural Kenya. Women S Health Reports. 2022.
13. Sivakami M, Eijk AMv, Thakur H, Kakade N, Patil CA, Shinde S, et al. Effect of Menstruation on Girls and Their Schooling, and Facilitators of Menstrual Hygiene Management in Schools: Surveys in Government Schools in Three States in India, 2015. Journal of Global Health. 2018.

14. Geethu C, Paul EP, Thomas JE, Pullan CS, Hemalatha S, Thangavel S. Appraisal of Menstrual Hygiene Management Among Women in a Rural Setting: A Prospective Study. *International Journal of Community Medicine and Public Health*. 2016.
15. Kavitha M, Jadhav J, Ranganath TS, Vishwanatha. Assessment of Knowledge and Menstrual Hygiene Management Among Adolescent School Girls of Nelamangala. *International Journal of Community Medicine and Public Health*. 2018.
16. Yadav RN, Joshi S, Poudel R, Pandeya P. Knowledge, Attitude, and Practice on Menstrual Hygiene Management Among School Adolescents. *Journal of Nepal Health Research Council*. 2018.
17. Andani PR. Knowledge, Attitude and Practice of Menstrual Hygiene Among Primary School Adolescents in Surabaya, Indonesia. *Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology*. 2020.
18. Isano S, Iradukunda IG, Ingabire P, Igiraneza B, Nkurunziza F, Wong R. Assessing the Knowledge and Attitude of Menstrual Hygiene Among High School Students, and Menstrual Practices Among High School Girls in Rural Rwanda. *International Journal of Reproduction Contraception Obstetrics and Gynecology*. 2022.
19. Sychareun V, Chaleunvong K, Essink D, Phommavongsa P, Durham J. Menstruation Practice Among School and Out-of-School Adolescent Girls, Lao PDR. *Global Health Action*. 2020.
20. Block S, Hauer MK, Ezeh A, Sood S. Menstrual Management Among Adolescent Girls in Uttar Pradesh, India: An Examination of Interpersonal and Mediated Communication as Delivery Mechanisms for Practical Guidance. *Frontiers in Reproductive Health*. 2023.
21. Kaur R, Kaur K, Kaur R. Menstrual Hygiene, Management, and Waste Disposal: Practices and Challenges Faced by Girls/Women of Developing Countries. *Journal of Environmental and Public Health*. 2018.
22. Nuraini N, Pertiwi WE. Behavior Factors in Waste Management in Mangunreja Village. *Kne Life Sciences*. 2019.
23. Wu L, Zhu Y, Zhai J. Understanding Waste Management Behavior Among University Students in China: Environmental Knowledge, Personal Norms, and the Theory of Planned Behavior. *Frontiers in Psychology*. 2022.
24. Muiruri J, Wahome RG, Kiemo K. Study of Residents' Attitude and Knowledge on Management of Solid Waste in Eastleigh, Nairobi, Kenya. *Journal of Environmental Protection*. 2020.
25. Mulasari SA, Husodo AH, Muhadjir N. The Effectiveness of Health-Community-Based Waste Management in Yogyakarta. *Komunitas International Journal of Indonesian Society and Culture*. 2016.
26. Wang H, Li J, Mangmeechai A, Su J. Linking Perceived Policy Effectiveness and Proenvironmental Behavior: The Influence of Attitude, Implementation Intention, and Knowledge. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021.

Keterkaitan Intensitas Kebisingan Lingkungan Terhadap Tingkat Stres Pekerja (Studi Kasus di Industri Kimia Sukoharjo)

The Relationship between Environmental Noise Intensity and Worker Stress Levels (Case Study in the Chemical Industry Sukoharjo)

Edbert Lintang P N S¹, Irfan A N¹, Siti Rachmawati¹

1. Program Studi Ilmu Lingkungan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret Surakarta, Indonesia

***Corresponding Author : Siti Rachmawati**

Email : siti.rachmawati@staff.uns.ac.id

ABSTRAK

Pajanan kebisingan yang diterima oleh pekerja akibat proses produksi dapat menyebabkan gangguan kesehatan. Salah satu gangguan kesehatan tersebut adalah stres kerja. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan intensitas kebisingan dengan tingkat stres pekerja bagian produksi Industri Kimia. Penelitian ini menggunakan metode penelitian analitik observasional dengan penambahan interpretasi data berupa noise mapping. Penelitian dilakukan pada area produksi Industri Kimia dengan sampel sebanyak 35 pekerja dan teknik pengambilan sampel menggunakan total sampling. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Sound Level Meter untuk mengukur intensitas kebisingan dan kuesioner Terry Looker dan Olga Gregson untuk mengukur tingkat stres kerja. Uji statistik yang digunakan dalam menentukan korelasi adalah uji Somers' d dengan bantuan software SPSS 25.0. Hasil pengukuran intensitas kebisingan didapatkan bahwa rata-rata intensitas kebisingan di bagian produksi mencapai 87,7 dBA (>NAB) dan hasil pengukuran stres kerja didapatkan bahwa pekerja mengalami stres mulai dari kategori sedang, tinggi, hingga sangat tinggi. Berdasarkan uji Somers' d didapatkan hasil p value sebesar 0,047 (< 0,05) yang berarti signifikan dan koefisien korelasi sebesar 0,906 (korelasi sangat kuat) dengan arah korelasi positif. Dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara intensitas kebisingan dengan stres kerja pada pekerja area produksi Industri Kimia, dan semakin tinggi intensitas kebisingan maka semakin tinggi pula stres kerja yang dialami oleh pekerja

Kata Kunci : Intensitas Kebisingan, Stres Kerja, Pekerja

ABSTRACT

Noise exposure received by workers due to the production process can cause health problems. One of these health problems is work stress. The aim of this research is to determine the relationship between noise intensity and stress levels among production workers at Chemistry Industries. This research uses observational analytical research methods with the addition of data interpretation in the form of noise mapping. The research was conducted in the production area of Industri Kimia with a sample of 35 workers, and the sampling technique used was total sampling. The instruments used in this research were the Sound Level Meter to measure noise intensity and the Terry Looker and Olga Gregson questionnaire to measure work stress levels. The statistical test used to determine correlation is the Somers' d test with the help of SPSS 25.0 software. The results of measuring noise intensity showed that the average noise intensity in the production section reached 87.7 dBA (>NAB), and the results of measuring work stress showed that workers experienced stress ranging from moderate to high to very high categories. Based on the Somers' d test, the p value was 0.047 (< 0.05), which means it was significant, and the correlation coefficient was 0.906 (very strong correlation) with a positive correlation direction. It can be concluded that there is a significant relationship between noise intensity and work stress in Industri Kimia production area workers, and the higher the noise intensity, the higher the work stress experienced by workers.

Keywords: Noise Intensity, Job Stress, Workers

PENDAHULUAN

Revolusi industri juga berdampak positif pada penggunaan mesin produksi, pesawat instalasi, dan bahan-bahan lainnya yang semakin modern sesuai dengan kebutuhan industri. Kemajuan teknologi di bidang industri tidak hanya berdampak positif akan tetapi juga dapat berdampak negatif bagi lingkungan. Dampak negatif yang ditimbulkan diantaranya adalah penurunan kualitas lingkungan, kecelakaan kerja, serta munculnya penyakit akibat kerja.¹ Pengendalian kesehatan dan keselamatan kerja difokuskan pada sumber-sumber yang berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja agar kinerja dari karyawan dapat berjalan dengan baik dan mendapatkan hasil kerja yang optimal. Kesehatan dan keselamatan pekerja juga dapat dipengaruhi oleh mesin-mesin yang digunakan dalam proses produksi.²

Mesin atau alat-alat yang digunakan dalam proses produksi tidak selamanya memunculkan dampak positif, tetapi terdapat faktor yang dapat membahayakan yang tidak dapat teratasi dengan baik³. Dalam proses produksi, tidak jarang penggunaan mesin-mesin menghasilkan bunyi atau suara yang cukup besar sehingga dapat disebut sebagai kebisingan.⁴ Kebisingan adalah segala suara yang tidak dikehendaki yang bersumber dari alat-alat kerja atau mesin proses produksi yang pada pada tingkat tertentu akan mengakibatkan gangguan pendengaran.⁵ Kebisingan sangat bergantung dari beberapa faktor diantaranya intensitas, frekuensi, durasi, dan pola waktu. Suara bising tersusun atas frekuensi yang acak, memiliki getaran tidak teratur, dan tidak berhubungan satu sama lain. Kebisingan merupakan potensi bahaya fisik yang dapat mempengaruhi kesehatan pekerja khususnya indera pendengaran. Selain berpengaruh pada indera pendengaran, intensitas kebisingan juga dapat menjadi penyebab terjadinya stres kerja.

Stres merupakan keadaan tegang yang tidak menyenangkan yang disebabkan karena seseorang secara subjektif merasa ada yang membebannya.⁶ Stres kerja muncul ketika seorang pekerja tidak mampu memenuhi apa yang menjadi tuntutan pekerjaan.⁷ menyatakan bahwa dalam kondisi stres, tubuh akan mengaktivasi aksis *Hipotalamus-Hipofisis-*

Adrenal (HPA) sehingga terjadi pelepasan hormon kortisol dimana pada kondisi ini merupakan respons stres secara fisiologis manusia. Kebisingan juga dapat menyebabkan kelainan pada sistem pendengaran dan menurunkan kemampuan seorang individu dalam berkomunikasi.⁸

Industri kimia yang dijadikan tempat penelitian adalah salah satu industri yang memproduksi waterglass dan cullet yang terletak di Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah. Dalam proses produksi tidak jarang mesin-mesin atau alat yang digunakan menghasilkan suara yang keras atau yang disebut bising. Kebisingan yang terjadi dan diterima secara terus menerus oleh pekerja selain mengganggu pendengaran ternyata dapat mengakibatkan adanya stres kerja.⁹ Alat-alat dan mesin yang digunakan dalam proses produksi di pabrik dapat menimbulkan kebisingan yang dalam tingkatan tertentu dapat mengganggu kesehatan pekerja.¹⁰ Berdasarkan hasil wawancara singkat dengan tenaga kerja area produksi, bahwa kebisingan dapat mempengaruhi tingkat stres seseorang karena suara yang keras yang diterima mempengaruhi tingkat konsentrasi sehingga para pekerja mengalami stres. Intensitas kebisingan di area produksi dapat menyebabkan penurunan konsentrasi, otot tegang, sakit kepala, dan gangguan tidur.¹¹ Berdasarkan Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia nomor 5 tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja Nilai Ambang Batas (NAB) kebisingan dalam lingkungan kerja selama 8 jam maksimal 85 dBA. Apabila nilai kebisingan lebih dari 85 dBA, maka dapat dipastikan bahwa lingkungan kerja tersebut tidak memenuhi standar yang ditetapkan. Kebisingan pada area produksi harus memenuhi regulasi yang berlaku yakni Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia nomor 5 tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja. Apabila suatu perusahaan tidak memenuhi pedoman yang berlaku bukan tidak mungkin perusahaan akan merugi, karena kesehatan dan keselamatan pekerja terganggu. Berdasarkan latar belakang diatas maka penulis tertarik untuk meneliti mengenai kebisingan terhadap Tingkat stress pada pekerja.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk

mengetahui sebaran intensitas kebisingan di area produksi, mengetahui tingkat stres pekerja area produksi, dan menganalisis hubungan antara intensitas kebisingan dengan tingkat stres pada tenaga kerja di Industri Kimia di Sukoharjo.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Industri Kimia yang berlokasi di Jalan Solo- Sukoharjo, Telukan Grogol, Kecamatan Sukoharjo, Kabupaten Sukoharjo Provinsi Jawa Tengah 57552. Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif kualitatif dengan penambahan interpretasi data berupa noise mapping. Populasi pada penelitian ini seluruh tenaga kerja bagian produksi berjumlah 35 orang yang terdiri dari operator produksi dan staff maintenance and workshop. Menurut.¹² jika populasi penelitian memiliki jumlah kurang dari 100 orang maka sampel yang diambil adalah keseluruhan populasi. Teknik pengambilan sampel menggunakan teknik total sampling.

Pengukuran stres kerja responden menggunakan kuesioner stres kerja Terry Looker dan Olga Gregson dimana dilakukan pengukuran skala stres berdasarkan indikator maupun gejala stres yang meliputi gejala fisik, gejala perilaku, dan gejala di tempat kerja (Looker, dkk., 2005)¹³. Penilaian skala stres kerja menggunakan skala likert dengan lima kategori yakni tidak pernah, jarang, cukup sering, sering, dan selalu. Kuesioner stres kerja yang digunakan sudah dilakukan uji validitas *Pearson Product Moment* dan reliabilitas Cronbach Alpha menggunakan SPSS versi 25.0. Pengukuran kebisingan pada penelitian ini menggunakan alat *Sound Level Meter* dengan penentuan titik pengukuran sesuai SNI 8427 : 2017. Pengukuran kebisingan pada PT X dilakukan sebanyak 5 titik pengukuran berdasarkan kepadatan aktivitas pekerja area produksi yakni di area furnace, conveyor, blower, filling, dan *batch plan*. Hasil pengukuran kebisingan kemudian dihitung menggunakan rumus rata-rata kebisingan (Leq)

$$\begin{aligned} Leq &= 10 \log 1 \\ &n (10L1 \\ &10 + 10L2 \\ &10 + 10L3 \\ &10 + \dots) dBA \dots\dots (2.1) \end{aligned}$$

Keterangan :

Leq = Rata-rata intensitas kebisingan

N = Jumlah sampel pengukuran

L = Nilai intensitas kebisingan yang muncul

dBA = Satuan untuk nilai kebisingan

Penelitian ini juga menggunakan permodelan *Noise Mapping* dan *Noise Contour* atau pemetaan kebisingan yang berfungsi untuk menggambarkan pola persebaran kebisingan yang ada didalam suatu area. Pembuatan *Noise Mapping* dan *Noise Contour* terdiri dari 4 tahap yakni *georeferencing*, *interpolation*, *raster surface*, dan *layout* dengan menggunakan aplikasi ArcGis 10.3. Penelitian ini menggunakan uji korelasi Somers'd dengan tingkat kepercayaan 95% (*p-value*=0,05) untuk menganalisis hubungan antar variabel.

HASIL PENELITIAN

Industri kimia dan telah berdiri sejak tahun 1995, memproduksi bahan kimia berupa *waterglass* dan *cullet*. Proses produksi *waterglass* dan *cullet* menggunakan proses kering atau *Furnace Procces*. Bahan baku untuk memproduksi *waterglass* dan *cullet* terdiri dari pasir silika (SiO_2) dan soda ash (Na_2CO_3). Proses produksi *waterglass* dan *cullet* diawali dengan pengolahan bahan baku didalam *furnace* atau tanur dengan metode peleburan untuk membentuk lelehan *cullet*, kemudian lelehan tersebut didinginkan agar menjadi partikel yang solid. *Cullet* yang telah didinginkan tersebut kemudian dimasukkan kedalam tangki *dissolver* untuk dimasak sehingga akan membentuk *waterglass*.

Proses produksi *waterglass* dan *cullet* memiliki potensi bahaya kebisingan. Area produksi merupakan area yang memiliki intensitas kebisingan cukup tinggi, karena terdiri dari berbagai jenis mesin untuk menunjang proses produksi. Terlebih lagi seluruh pekerja beraktivitas tanpa menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) yang memadai. Proses produksi inilah yang dapat memicu gangguan kesehatan bagi pekerja bagian produksi terutama dapat mengakibatkan stres kerja akibat keterpaparan kebisingan.

1. Karakteristik Responden

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan terhadap 35 orang responden yang bekerja dalam bagian produksi Industri Kimia didapatkan distribusi data responden menurut

jenis kelamin, usia, dan masa kerja responden. Distribusi karakteristik responden dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Responden

Karakteristik	Frekuensi (n)	Persentase (%)
Jenis Kelamin		
Laki-laki	35	100 %
Usia		
21-29	15	42,9 %
30-39	11	31,4 %
40-49	5	14,3 %
50-67	4	11,4 %
Masa Kerja		
1-5	26	74,3 %
6-10	5	14,3 %
11-15	1	2,9 %
16-26	3	8,6 %

Berdasarkan Tabel. 1 diatas diatas, frekuensi jenis kelamin laki laki sebanyak 35 responden dengan persentase 100%. Jenis kelamin responden dikendalikan dengan memilih pekerja yang berjenis kelamin laki-laki.

2. Distribusi Frekuensi Kebisingan

Pengukuran kebisingan lingkungan dilakukan pada area produksi Industri Kimia selama 8 jam per hari menggunakan alat *Sound Level Meter*. Pengukuran kebisingan lingkungan kemudian dibandingkan dengan Nilai Ambang Batas (NAB) yang telah diatur dalam Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia nomor 5 tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja. Standar kebisingan yang diterima oleh pekerja adalah 85 dBA dengan 8 jam kerja perhari. Hasil pengukuran kebisingan lingkungan dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Distribusi Frekuensi Kebisingan

Lokasi	Intensitas Bising	Jumlah Orang Terpapar (Orang)
<i>Furnace</i>	92,7 dBA	12
<i>Conveyor</i>	87,9 dBA	5
<i>Blower</i>	86,9 dBA	5
<i>Filling</i>	90,7 dBA	10
<i>Batch Plan</i>	80,3 dBA	3

Rata-rata 87,7 dBA

Berdasarkan Tabel 2, diperoleh data hasil kebisingan di area produksi yakni pada area *Furnace* dihasilkan kebisingan dengan nilai 92,7 dBA dengan jumlah keterpaparan sebanyak 12 orang responden atau 34,3% dari total pekerja. Pada area *batch plan* dihasilkan nilai kebisingan terendah yakni sebesar 80,3 dBA dengan jumlah terpapar sebanyak 5 orang responden atau hanya 8,5% dari jumlah pekerja. Berdasarkan **Tabel 2.** diatas, didapati hasil bahwa sebagian besar nilai pengukuran kebisingan lingkungan pada bagian produksi PT X berada diatas Nilai Ambang Batas (NAB) yang berlaku dengan nilai rata-rata kebisingan lingkungan mencapai 87,7 dBA. Seluruh pekerja bagian produksi di PT X menerima pajanan kebisingan selama 8 jam perhari.

3. Distribusi Frekuensi Stres Kerja

Stres kerja adalah suatu kondisi munculnya ketegangan dalam diri yang mempengaruhi emosional serta pikiran seorang individu. Kebisingan adalah salah satu stresor dalam bentuk lingkungan fisik yang menjadi perhatian khusus karena dapat memicu terjadinya stres kerja. Oleh karena itu, dilakukan pengukuran terhadap stres kerja pada pekerja bagian produksi. Pengukuran tingkat stres kerja menggunakan teori *Terry Looker* dan *Olga Gregson* dengan skala likert untuk mengidentifikasi nilai stres kerja melalui skor masing-masing responden. Kuesioner stres kerja yang digunakan sudah dilakukan uji validitas dan reliabilitas menggunakan bantuan *software* SPSS versi 25.0. Hasil uji validitas dan reliabilitas mendapatkan nilai *r* hitung melebihi nilai *r* tabel serta sudah reliabel dengan nilai *cronbach alpha* sebesar 0,907. Distribusi responden berdasarkan penilaian stres kerja pada pekerja bagian produksi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Distribusi Frekuensi Stres Kerja

Tingkat Stres Kerja	Skor	Frekuensi (Orang)	Persentase (%)
Rendah	110-134	0	0 %
Sedang	85-109	6	17,1 %

Tinggi	50-84	27	77,1 %
Sangat Tinggi	25-49	2	5,7 %
Total		35	100 %

Berdasarkan Tabel 3 diatas, setelah dilakukan pengukuran tingkat stres kerja terhadap 35 pekerja bagian produksi didapati hasil bahwa pekerja yang mengalami stres kerja sedang sebanyak 6 responden dengan persentase 17,1%. Pekerja yang mengalami stres kerja tinggi sebanyak 27 responden dengan persentase sebesar 77,1%, sedangkan untuk pekerja yang mengalami stres kerja sangat tinggi sebanyak 2 orang dengan persentase sebesar 5,7%. Dari perhitungan kuesioner terhadap stres kerja dapat diketahui bahwa skor tertinggi responden mencapai 89 dengan kategori tingkat stres “Sedang” dan untuk skor terendah responden mencapai angka 40 dengan kategori tingkat stres “Sangat Tinggi”.

Berdasarkan hasil kuesioner, mayoritas pekerja mengalami mulut dan kerongkongan kering, merasa lelah sebelum memulai pekerjaan, telapak tangan berkeriat, merasa sulit berkonsentrasi, serta merasa beban kerja bertambah. Selain itu, para responden rata-rata menjawab bahwa tugas yang menantang tidak membuat mereka menjadi semangat bekerja dan tidak mengetahui dengan jelas apa yang menjadi sasaran dan tujuan perusahaan. Terkait dengan gejala di tempat kerja terutama intensitas kebisingan yang dihasilkan dari mesin produksi, mayoritas pekerja juga merasa tidak nyaman bila terdengar suara bising dan dapat mempengaruhi konsentrasi dalam bekerja.

4. Hubungan Intensitas Kebisingan dengan Stres Kerja

Hasil pengukuran kebisingan lingkungan menunjukkan bahwa intensitas kebisingan lingkungan melebihi Nilai Ambang Batas (NAB) yang berlaku. Kemudian, dilakukan pengukuran terhadap stres kerja pada pekerja bagian produksi dimana hasilnya menunjukkan bahwa mayoritas pekerja mengalami stres dalam kategori “Tinggi”. Untuk mengetahui hubungan antara intensitas kebisingan lingkungan dengan stres kerja maka dilakukan pengujian statistik menggunakan uji korelasi *Somers'd* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Somers'd

Variabel	P Value	Correlation Coefficient
Kebisingan	0,047	0,906
Stres Kerja		

Dapat diketahui bahwa hasil uji korelasi *Somers'd* menyatakan terdapat hubungan yang signifikan antara intensitas kebisingan dengan stres kerja pada pekerja bagian produksi Industri Kimia. Hasil uji korelasi *Somers'd* menunjukkan bahwa nilai *p value* sebesar 0,047 atau lebih kecil dari nilai statistik *alpha* sebesar 0,05 sehingga terdapat hubungan yang sangat signifikan antara intensitas kebisingan dengan stres kerja pada pekerja bagian produksi.

PEMBAHASAN

1. Karakteristik Responden

Responden laki-laki dipilih karena laki-laki memiliki tingkat kerentanan yang rendah terhadap stres jika dibandingkan dengan jenis kelamin perempuan.¹⁴ Responden berjenis kelamin perempuan memiliki peluang stres yang besar jika dibandingkan dengan responden laki-laki.¹⁵ Jenis kelamin yang sudah homogen sudah cukup untuk mengurangi bias sehingga jenis kelamin dalam penelitian ini tidak diuji.

Berdasarkan Tabel 1 diatas, frekuensi usia yang paling mendominasi yakni pada kelompok usia 21-29 tahun sebanyak 15 orang responden dengan persentase 42,9%, kemudian diikuti oleh kelompok umur 30-39 tahun yakni 11 orang responden dengan persentase 31,4%, dan kelompok umur 40-49 tahun yakni 5 orang responden dengan persentase 14,3%. Kemudian untuk rentang usia 50-67 tahun adalah yang paling sedikit yakni sebanyak 4 orang responden dengan persentase 11,4%. Pekerja dengan usia muda memiliki kecenderungan kondisi fisik yang lebih baik jika dibandingkan dengan pekerja usia lebih dari 40 tahun.¹⁶ Akan tetapi tidak menutup kemungkinan pekerja di usia muda tidak mengalami stres kerja karena pada usia muda terdapat faktor adaptasi terhadap pekerjaan.¹⁷

Masa kerja pekerja dilihat dari berapa lama seorang responden bekerja pada bagian produksi, melalui hasil kuesioner didapatkan bahwa mayoritas pekerja memiliki masa kerja di rentang 1-5 tahun dimana jumlah pekerja

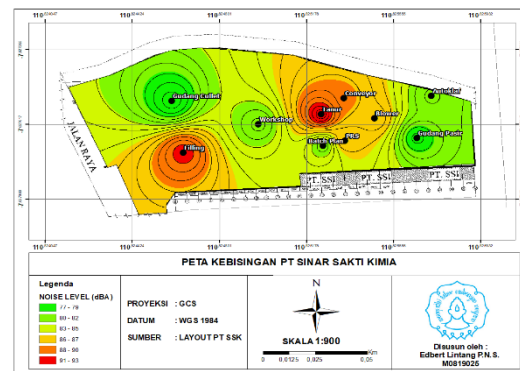
sebanyak 26 orang responden dengan persentase 74,3%. Kemudian terdapat masa kerja 6-10 tahun dengan frekuensi 5 orang responden dengan persentase 14,3%, masa kerja 16-26 tahun sebanyak 3 orang responden dengan persentase 8,6%. Kategori masa kerja terendah berada di rentang 11-15 tahun dengan frekuensi 1 orang responden dengan persentase 2,9%. Menurut Ibrahim dkk., (2016)¹⁸ masa kerja memiliki kaitan erat dengan pengalaman seorang individu dalam menghadapi suatu masalah di tempat kerja. Seorang pekerja yang memiliki masa kerja lebih lama tentunya memiliki pengalaman kerja yang cukup tinggi sehingga cenderung terhadap tekanan yang dihadapi dalam bekerja, jika dibandingkan dengan seorang pekerja yang memiliki masa kerja lebih singkat.¹⁹

2. Distribusi Frekuensi Kebisingan

Pada area *Blower* dihasilkan nilai kebisingan sebesar 86,9 dBA dengan jumlah keterpaparan sebanyak 5 orang. Pada area *Filling* dihasilkan nilai kebisingan sebesar 90,7 dBA dengan jumlah keterpaparan sebanyak 10 orang. Pada area *Batch Plan* dihasilkan nilai kebisingan sebesar 80,3 dBA dengan jumlah keterpaparan sebanyak 3 orang. Nilai rata-rata kebisingan lingkungan mencapai 87,7 dBA. Berdasarkan Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia nomor 5 tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja, Nilai Ambang Batas intensitas kebisingan sebesar 85 dBA. Hal ini menjadikan bahwa, sebagian besar nilai intensitas kebisingan area produksi di Industri Kimia melebihi NAB yang berlaku.

Kebisingan pada industri kimia yang terletak di Sukoharjo Jawa Tengah berasal dari aktivitas ataupun kegiatan yang berada pada bagian produksi, dimana pada area produksi terdapat berbagai macam mesin atau alat yang menghasilkan kebisingan. Intensitas kebisingan dihasilkan dari mesin-mesin atau alat yakni *furnace*, *conveyor*, *blower*, *filling*, dan *batch plan*. Kapasitas mesin produksi sebanyak kurang lebih 100 ton perhari. Dalam sekali proses produksi, mesin *furnace* memiliki kapasitas maksimum 15 ton. Kapasitas pada mesin *batch plan* dan *conveyor* adalah 750 kg per sekali proses.

Hasil yang didapatkan terkait pengukuran kebisingan lingkungan pada bagian produksi kemudian dilakukan pengolahan data menggunakan bantuan *software ArcGis 10.3* untuk menghasilkan *Noise Mapping*. Menurut Casas *et.al* (2014)²⁰ pada industri, *noise mapping* digunakan dalam memprediksi pola distribusi kebisingan di area pabrik sehingga berguna dalam merancang peraturan untuk mengontrol maupun mengurai persebaran kebisingan. *Noise Mapping* juga dapat berfungsi dalam menggambarkan pola persebaran kebisingan yang dihasilkan dalam suatu industri.²¹ Peta pola persebaran tingkat kebisingan di bagian produksi Industri Kimia dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kelompok warna tergantung dengan tingkat kebisingannya. Pengolahan *Noise Mapping* pada Gambar 2, menunjukkan jangkauan rambatan gelombang udara yang menghantarkan bunyi yang berasal dari sumber bising atau mesin yang ada pada area produksi.



Gambar 2. *Noise Mapping* area kerja
Sumber : Primer, 2023

Berdasarkan Gambar 2, *Noise Mapping* menunjukkan bahwa daerah hijau merupakan daerah aman karena nilai intensitas kebisingan berada dibawah NAB, sedangkan daerah orange dan merah adalah area yang memiliki nilai intensitas kebisingan diatas NAB. Sumber bising pada area *Furnace* dan area *Filling* memiliki nilai kebisingan yang paling tinggi yakni 92,7 dBA dan 90,7 dBA sehingga, menghasilkan pola rambatan gelombang bunyi yang cukup luas sehingga dapat dipastikan bahwa area produksi memiliki nilai kebisingan yang tinggi jika dibandingkan dengan area lainnya. Pola rambatan tergantung dengan seberapa tinggi tingkat kebisingan dan jarak

dari satu lokasi dengan lokasi lainnya, semakin dekat lokasi antar area menjadikan nilai kebisingan di sekitar area tersebut meningkat.²² Hasil pada *noise mapping* dan *noise contour* akan digunakan sebagai alat pertimbangan dalam pengambilan keputusan ataupun kebijakan terkait dengan pengendalian intensitas kebisingan di area produksi.

Intensitas kebisingan yang tinggi disertai dengan tidak adanya penggunaan APD yang memadai akan menimbulkan gangguan kesehatan bagi pekerja.²³ Terdapat langkah-langkah yang dapat dilakukan dalam mengatasi intensitas kebisingan dalam proses produksi diantara adalah penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) berupa *ear plug* atau *ear muff*. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Fredianta dkk (2013)²⁴ penggunaan *earplug* dapat mengurangi intensitas kebisingan yang diterima oleh pekerja hingga 30 dBA dan penggunaan *earmuff* dapat mengurangi intensitas kebisingan hingga 40 dBA hingga 50 dBA. Pada area produksi, para pekerja seharusnya diwajibkan menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) dan jenis APD yang digunakan harus disesuaikan dengan intensitas kebisingan yang diterima.²⁵

3. Distribusi Frekuensi Stres Kerja

Stres kerja dipengaruhi oleh faktor eksternal dan internal. Faktor eksternal dalam hal ini bersumber dari lingkungan kerja fisik.²⁶ Gejala stres kerja pada penelitian ini dapat ditinjau dari gejala fisiologis dan psikologis pekerja. Para pekerja bagian produksi Industri Kimia memiliki pekerjaan yang cukup banyak serta memiliki risiko yang tinggi dan dilakukan secara terus menerus. Pekerja bagian produksi terkadang juga harus bekerja dengan intensif karena adanya target dari perusahaan yang harus dicapai. Terkait dengan intensitas kebisingan yang dihasilkan dari mesin produksi, mayoritas pekerja juga merasa tidak nyaman bila terdengar suara bising dan dapat mempengaruhi tingkat stres kerja responden.

Pekerja dengan masa kerja lebih dari 5 tahun memiliki kecenderungan tingkat stres yang sedang, karena masa kerja yang cukup lama tentunya lebih berpengalaman dan sudah beradaptasi dalam menghadapi berbagai masalah pekerjaan pada bagian produksi. Hal ini selaras dengan penelitian Budiyanto dan Pratiwi (2010)²⁷ dimana para pekerja yang memiliki masa kerja lebih lama memiliki peluang risiko terkenan stres kerja yang lebih

rendah jika dibandingkan dengan pekerja yang masa kerjanya kurang dari 5 tahun. Terdapat langkah-langkah yang dapat dilakukan perusahaan untuk mengatasi permasalahan stres kerja pada karyawan yakni mengadakan konseling secara rutin kepada pekerja, mengadakan program kebugaran seperti senam, serta mengadakan program rekreasi bersama karyawan untuk meningkatkan kerjasama dan kekompakan canggung antar pekerja (Sagala, 2020)²⁸.

4. Hubungan Intensitas Kebisingan dengan Stres Kerja

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 4 diatas, dapat diketahui bahwa hasil uji korelasi *Somers'd* menyatakan terdapat hubungan yang signifikan antara intensitas kebisingan dengan stres kerja pada pekerja bagian produksi Industri Kimia. Hasil uji korelasi *Somers'd* menunjukkan bahwa nilai *p value* sebesar 0,047 atau lebih kecil dari nilai statistik *alpha* sebesar 0,05 sehingga terdapat hubungan yang sangat signifikan antara intensitas kebisingan dengan stres kerja pada pekerja bagian produksi. Hasil menunjukan hubungan signifikansi apabila nilai *p-value* < 0,05.²⁹ Hasil pengujian koefisien korelasi menunjukkan hasil sebesar 0,906 sehingga nilai koefisien korelasi berada diantara 0,80-1,00 yang artinya hubungan antara variabel independen dan variabel dependen sangat kuat. Nilai koefisien korelasi menunjukkan nilai positif (+) pada $r = 0,906$ yang artinya hubungan searah, semakin besar nilai suatu variabel semakin besar pula nilai variabel lainnya. Dalam hal ini berarti semakin tinggi intensitas kebisingan lingkungan maka semakin tinggi pula stres kerja pada pekerja bagian produksi. Begitu juga sebaliknya, semakin rendah intensitas kebisingan lingkungan yang dihasilkan maka akan semakin rendah pula stres kerja yang dialami pekerja bagian produksi.

Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Pamungkas (2022)³⁰ yang menunjukkan bahwa terdapat hubungan signifikan antara intensitas kebisingan dengan stres kerja. Hal ini dibuktikan melalui uji korelasi *Somers'd* yang memperoleh hasil sebesar *p-value* = 0,035 sehingga menunjukkan hubungan yang signifikan diantara variabel independen dan dependen tersebut. Nilai koefisien korelasi $r = 0,411$ yang menandakan tingkat hubungan antara

intensitas kebisingan dengan stres kerja masuk kedalam kategori “sedang” dan arah koefisien korelasi menunjukkan hubungan positif.

Menurut Chahyadi dkk., (2022)³¹ mekanisme terjadinya stres kerja akibat pengaruh kebisingan berawal dari kebisingan yang berasal dari alat atau mesin yang dipakai dalam proses produksi. Kebisingan tersebut merambat melalui udara sehingga menghasilkan gelombang logitudinal yang akan mempengaruhi rangsangan pada sel saraf pendengar dalam telinga. Kemudian gelombang suara mengaktifkan sistem saraf simpatis dan pusat hormonal yang ada didalam otak seperti *epinefrin*, *norepinefrin*, *kotekolamin*, dan *kortisol*. *Kortisol* dalam hal ini merupakan hormon stres. Sistem HPA (*Hipotalamus-Pituitary-Adrenal*) merupakan bagian penting dari sistem *neuroendokrin* yang memiliki hubungan dengan terjadinya stres. Didalam sistem HPA (*Hipotalamus-Pituitary-Adrenal*) hormon *adrenal* terdiri dari *medula adrenal* dan *kortikosteroid*. Hormon *kortisol* atau biasa disebut hormon stres yang berlebihan akan mendorong kerusakan pada fungsi dari *prefrontal korteks* yang merupakan pusat pengaturan emosional. *Prefrontal korteks* juga memiliki fungsi lain seperti mengatur fungsi pengendalian rangsangan dan penalaran. Kemudian, *hipotalamus* akan merangsang *hipofisis* sehingga merangsang saraf simpatis. Setelah *stressor* atau sumber stres dapat diidentifikasi yang dalam hal ini adalah intensitas kebisingan, otak akan mengirimkan suatu pesan atau rangsangan yang sifatnya biokimia ke seluruh sistem dalam tubuh. Akibat rangsangan tersebut akan memunculkan suatu efek baik itu psikologis maupun fisiologis seperti detak jantung meningkat, peningkatan pernapasan, tekanan darah menjadi tinggi, otot tegang dan efek lainnya.

Kondisi fisik lingkungan kerja tentunya sangat mempengaruhi timbulnya gangguan kesehatan bagi pekerja.³² Kebisingan dalam hal ini menjadi *stressor* yang memicu terjadinya stres kerja pada pekerja bagian produksi. Terdapatnya hubungan antara intensitas kebisingan dengan stres kerja di area produksi Industri Kimia ini disebabkan oleh kebisingan alat produksi yang terus menerus diterima dan didengarkan oleh para pekerja dalam kurun

waktu 8 jam setiap harinya tanpa penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) berupa *ear muff* maupun *ear plug*. Penelitian ini berhasil membuktikan bahwa pajanan intensitas kebisingan dapat menjadi suatu faktor pemicu terjadinya stres kerja pada pekerja bagian produksi. Pernyataan tersebut didukung oleh penelitian Hiola dan Sidiki (2016)³³ bahwa intensitas kebisingan dapat mengakibatkan dampak bagi fisiologis dan psikologis pekerja terutama stres kerja.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran kebisingan yang dilakukan pada 5 titik area produksi Industri Kimia didapatkan bahwa 4 area memiliki intensitas kebisingan diatas NAB dan 1 area memiliki intensitas dibawah NAB, dengan rata-rata nilai intensitas kebisingan di area produksi berada di angka 87,7 dBA (>NAB). Berdasarkan hasil pengujian stres kerja didapatkan hasil bahwa pekerja yang mengalami stres kerja sedang sebanyak 6 orang responden (17,1%), pekerja yang mengalami stres kerja tinggi sebanyak 27 orang responden (77,1%), dan pekerja yang mengalami stres kerja sangat tinggi sebanyak 2 orang responden (5,7%). Berdasarkan hasil uji statistik menggunakan uji *Somers' d*, didapatkan *p value* sebesar 0,047 (<0,05) sehingga terdapat hubungan yang signifikan antara intensitas kebisingan dengan tingkat stres kerja pada pekerja bagian produksi Industri Kimia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih hal ini terutama Industri Kimia di Sukoharjo yang telah memberikan ijin penelitian. Penulis juga ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang turut membantu dan mendukung dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Tarwaka., dkk. (2013). *Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*. Surakarta : UNIBA PRESS.
2. Parashakti, R. D. dan Putriawati. 2020. Pengaruh Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), Lingkungan Kerja dan Beban Kerja Terhadap Kinerja Karyawan. *Jurnal*

- Ilmu Manajemen Terapan*. 1 (3) : 290-304.
3. Sinamude, M.G., A. Nugroho, dan A. Alfanan. 2022. Hubungan Paparan Kebisingan dengan Stres pada Pekerja Bagian Weaving di PC GKBI Medari Sleman Yogyakarta. *Jurnal Formil KesMas Respati*. 7(1) : 01-13.
 4. Laziardy, M. 2017. Kebisingan Terhadap Kelelahan Kerja Pada Pekerja Logam Bagian Produksi. *HIGEIA (Journal of Public Health Research and Development)*. 1 (2) : 58-64.
 5. Sinamude, M.G., A. Nugroho, dan A. Alfanan. 2022. Hubungan Paparan Kebisingan dengan Stres pada Pekerja Bagian Weaving di PC GKBI Medari Sleman Yogyakarta. *Jurnal Formil KesMas Respati*. 7(1) : 01-13.
 6. Massie, R.N., W.A. Areros, dan W. Rumawas. 2018. Pengaruh Stres Kerja Terhadap Kinerja Karyawan Pada Kantor Pengelola IT Center Manado. *Jurnal Administrasi Bisnis*. 6 (2) : 41-49.
 7. Sumardiyo, R. Wijayanti, Hartono, dan M.T.S. Budiastuti. 2020. *Jurnal Kesehatan Vokasional*. 5 (2) : 124-131.
 8. Thepaksorn, P., Koizumi, A., Harada, K., Siri Wong, W., & Neiel, R. L. 2019. Occupational noise exposure and hearing defects among sawmill workers in the south of Thailand. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*. 25 (3): 458–466.
 9. Park, J., Chung, S., Lee, J., Sung, J. H., Cho, S. W., & Sim, C. S. (2017). Noise sensitivity, rather than noise level, predicts the non-auditory effects of noise in community samples: A populationbased survey. *BMC Public Health*. 17(1) : 1–9.
 10. Sinambela, E.A., dan R. Mardikaningsih. 2022. Efek Tingkat Kebisingan Pada Masalah Pendengaran Pada Pekerja. *PADURAKSA : Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*. 11 (2) : 240-244.
 11. Pinilih, F.L., Y. Kamasturyani, dan A. Fauzi. 2021. Hubungan Tingkat Kebisingan dengan Stres Kerja pada Pekerja Pabrik Batu Alam di Desa Kepuh Kabupaten Cirebon. *Jurnal Kesehatan Mahardika*. 8 (2) : 16-23. 1-9.
 12. Arikunto, S., Suhardjono, dan Supardi. 2015. *Penelitian Tindakan Kelas*. Jakarta : Sinar Grafika Offset.
 13. LOOKER, Terry; Setiawati, Haris; Gregson, Olga. 2005. *Managing Stress Mengatasi Stres Secara Mandiri Terry Looker Dan Olga Gregson; Alih Bahasa, Haris Setiawati*.
 14. Ansori, R.R., dan T. Martiana. 2017. Hubungan Faktor Karakteristik Individu dan Kondisi Pekerjaan Terhadap Stress Kerja pada Perawat Gigi. *The Indonesian Journal of Public Health*. 12 (1) : 75-84.
 15. Yulianti, A.O. 2021. Hubungan Kebisingan dan Beban Kerja Fisik dengan Stres Kerja di Bagian Plant Jamu PT Jamu Air Mancur Palur Karanganyar. *Skripsi*. Surakarta : Program Studi Diploma 4 Keselamatan dan Kesehatan Kerja Sekolah Vokasi Universitas Sebelas Maret Surakarta.
 16. Zulkifli, S. Tri, S.A. Akbar. 2019. Hubungan Usia, Masa Kerja dan Beban Kerja dengan Stres Kerja pada Karyawan Service Well Company PT. Elnusa TBK Wilayah Muara Badak. *Kesmas Uwigama : Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 5 (1) : 46-61.
 17. Hidayat, A.A. 2021. Menyusun Instrumen Penelitian dan Uji Validitas-Reliabilitas. Surabaya : Health Books Publishing.
 18. Ibrahim, H., M. Amansyah, dan G.N. Yahya. 2016. Faktor-faktor yang Berhubungan dengan Stres Kerja pada Pekerja Factory 2 PT. Maruki Internasional Indonesia Makassar Tahun 2016. *Al-Sihah : Public Health Science Journal*. 8 (1) : 60-68.
 19. Kawatu, P. 2012. Bahan Ajar Kesehatan dan Keselamatan Kerja. Manado : FKM Unsrat.
 20. Casas, W.J.P., E.P. Cordeiro, T.C. Mello, and P.H.T Zannin. 2014. Noise Mapping as a Tool for Controlling Industrial Noise Pollution. *Journal of Scientific & Industrial Research*. 73 : 262-266.
 21. Silviana, N.K., N. Siregar, M. Banjarnahor, dan S. Munte. 2021. Pengukuran dan Pemetaan Tingkat Kebisingan pada Area Produksi. *Journal of Industrial and Manufacture*

- Engineering*. 5 (2) : 160-167.
22. Andaningsari, D., dan A. Rahman. 2023. Pemantauan Kebisingan dengan Menggunakan Peta Kebisingan Program Suffer. *ISTA online Teknologi Journal*. 04 (01) : 38-53.
 23. Rinawati, S., S. Rachmawati, I. Suryadi, P. Setyono, H. H. A. Matin, L. Kusumaningrum, dan S. Suhardono. 2020. Monitoring of Noise Contour Mapping and Hearing Conservation Program of Rice Milling Workers in Griyan Karanganyar. *ICENIS 2020*. 202 : 1-9.
 24. Fredianta, D., L.N. Huda, dan E. Ginting. 2013. Analisis Tingkat Kebisingan untuk Mereduksi Dosis Paparan Bising di PT. XYZ. *e-Jurnal Teknik Industri FT USU*. 2 (1) : 1-8.
 25. Reinhold, K., S. Kalle, and J. Paju. 2014. Exposure to High or Low Frequency Noise at Workplaces : Difference Between Assessment, Health Complaints, and Implementation of Adequate Personal Protective Equipment. *Agronomy Research*. 12 (3) : 895-906.
 26. Pramanos. 2018. Analisis Faktor Stres Kerja pada Pekerja di Unit Produksi PT Borneo Melintang Buana Export. *Journal of Nursing and Public Health*. 6 (2) : 34-44.
 27. Budiyanto, T., dan E.Y. Pratiwi. 2010. Hubungan Kebisingan dan Massa Kerja Terhadap Terjadinya Stress Kerja pada Pekerja di Bagian Tenun “Agung Saputra Tex” Piyungan Bantul Yogyakarta. *KES MAS*. 4 (2) : 76-143.
 28. Sagala, A.P. 2020. Hubungan Beban Kerja dengan Stres Kerja Pada Pegawai Kantor Kementerian Agama Kota Binjai. Skripsi. Medan : Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Islam Negeri Sumatera Utara.
 29. Hastono, S.P. 2016. *Analisis Data Pada Bidang Kesehatan (1st ed.)*. Jakarta : Rajawali Press.
 30. Pamungkas, W. 2022. Hubungan Intensitas Kebisingan dan Iklim Kerja Panas dengan Stres Kerja pada Pekerja Bagian Produksi Plant B PT. Inti Ganda Perdana Karawang. Skripsi. Surakarta : Program Studi Diploma 4 Keselamatan dan Kesehatan Kerja Sekolah Vokasi Universitas Sebelas Maret.
 31. Chahyadhi, B., R.A. Mukharomah, dan T.B. Atmojo. 2022. Hubungan Kebisingan dengan Stress Kerja pada Operator di PT Kusumaputra Santosa. *Journal Of Applied Agriculture, Health, And, Technology*. 01 (02) : 34-42
 32. Irvianti, L.S.D., dan R.E. Verina. 2015. Analisis Pengaruh Stres Kerja, Beban Kerja dan Lingkungan Kerja Terhadap Turnover Intention Karyawan pada PT XI Axiata Tbk Jakarta. *Binus Business Review*. 6 (1) : 117-126.
 33. Hiola, R., dan Sidiki, A. K. 2016. Hubungan Kebisingan Mesin Tromol dengan Stres Pekerja di Kabupaten Bone. *Unnes Journal of Public Health*. 5 (4) : 285-293.

Interaksi Pengendara dan Pengguna Jalan pada Keselamatan Pekerja di Area Industri Pengolahan Bijih Mineral

Interaction of Mobile Equipment and Road Users on Workers Safety in Mineral Ore Processing Industrial Areas

Arif Susanto^{1,2,3}, Edi Karyono Putro³

1. Magister Terapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia
2. *Green Technology Research Center*, Program Studi Doktor Ilmu Lingkungan, Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia
3. *Health Safety Environmental Department*, Divisi *Concentrating* PT Freeport Indonesia, Tembagapura, Indonesia

***Corresponding Author: Arif Susanto**

Email : arifsusanto@mail.ugm.ac.id

ABSTRAK

Interaksi kendaraan bergerak (termasuk pengendara) dan pengguna jalan (termasuk *pedestrian*) memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan angka kecelakaan kerja di area Divisi *Concentrating* PT Freeport Indonesia (PTFI). Penelitian bertujuan untuk menginterpretasikan kerangka konseptual implementasi keselamatan pekerja pada interaksi pengendara dan pengguna jalan. Penelitian deskriptif ini merupakan penelitian lapangan dengan pendekatan interpretatif. Interpretasi dikembangkan dengan menggunakan data yang ditemukan di lokasi penelitian, yaitu di area industri pengolahan bijih mineral. Penelitian dilakukan pada Januari sampai Februari 2024. Metode observasi digunakan sebagai teknik pengambilan data. Hasil penelitian didapati bahwa dari tiga aspek terkait interaksi pengendara dan pengguna jalan masih difokuskan pada faktor jalan/lingkungan dan faktor kendaraan. Pada faktor manusia, kecelakaan kerja yang terjadi akibat interaksi pengendara dan pengguna jalan paling banyak diakibatkan oleh kelalaian manusia (*human error*). Sebagai upaya pencegahan kecelakaan kerja akibat interaksi pengendara dengan pengguna jalan maka disarankan untuk dapat dilakukan audit keselamatan jalan.

Kata Kunci: kendaraan bergerak, kelalaian manusia, pengendara, pengguna jalan.

ABSTRACT

The interaction of mobile equipment including drivers and road users including pedestrians has a significant impact on increasing the number of work accidents in the PT Freeport Indonesia (PTFI) Concentrating Division area. The research aims to interpret the conceptual framework for implementing worker safety in driver-road users interactions. This descriptive research is field research with an interpretive approach. Interpretations were developed using data found at the research location, namely in the mineral ore processing industrial area. The research was conducted from January to February 2024. The observation method was used as a data collection technique. The research results found that of the three aspects related to driver and road users interactions, the focus was still on road/environmental factors and vehicle factors. In terms of human factors, work accidents that occur due to the interaction of drivers and road users are most often caused by human error. In efforts to prevent work accidents due to interactions between drivers and road users, it is recommended that road safety audits be carried out.

Keywords: driver, human error, mobile equipment, road users.

PENDAHULUAN

Sebanyak 1,19% kematian dunia diakibatkan oleh kecelakaan yang berkaitan dengan lalu lintas.¹ Angka kematian dengan peringkat ke-8 ini akan menjadi peringkat ke-5 pada tahun 2030 apabila tidak dilakukan penanganan. Kecelakaan (*accident*) ini menyebabkan kematian pada sekitar 1,3 juta orang setiap tahun, atau setara dengan 3.287 orang per hari. Selain itu, kecelakaan ini pun mengakibatkan luka, dan bahkan kecacatan permanen pada 25-50 juta orang per tahun.² Penderita kecelakaan tersebut terjadi pada separuh generasi muda (usia 5-29 tahun), dan tergolong pada usia produktif yaitu usia 18-59 tahun.¹ Kerugian yang disebabkan oleh kecelakaan lalu lintas di Indonesia ini dapat mencapai 2,9% dari Pendapatan Domestik Regional Bruto (PDRB).²

Divisi *Concentrating* PT Freeport Indonesia (PTFI) dapat dikategorikan masuk pada pengelompokan area lokasi kerja yang berada di lokasi 72. Penggunaan jalan dengan melibatkan kendaraan bergerak (*alat berat/heavy equipments*, kendaraan ringan/*light vehicle*) dan pengguna jalan memiliki kerentanan, serta memiliki potensi mengalami kecelakaan (*accident*) yang tinggi. Hal ini disebabkan karena Divisi *Concentrating* PTFI beroperasi di wilayah yang terbuka untuk akses penggunaan jalan, dan juga oleh pengguna kendaraan bergerak (*pengendara*). Kondisi lainnya yaitu adanya pengguna jalan dari Divisi lain yang berada di wilayah dataran tinggi, seperti *Grasberg Operation*, *Operations Maintenance*, dan lainnya. Hal ini tentu saja dapat menjadi faktor risiko terhadap meningkatnya angka kejadian (*incident*), dan bahkan angka kecelakaan yang melibatkan penggunaan jalan tersebut. Termasuk didalamnya disebabkan oleh potensi terjadinya kejadian dan kecelakaan yang terjadi di area operasi, dan hanya dapat dipergunakan untuk kegiatan operasional yang melibatkan interaksi antara pengguna kendaraan dan pengguna jalan yaitu pekerja.

Peningkatan keselamatan pengguna kendaraan dan pengguna jalan menjadi hal yang sangat penting dilakukan oleh Divisi *Concentrating* PTFI. Perancangan dan pengelolaan jalan harus menjadi prioritas utama

terhadap perlindungan pengguna jalan. Hal ini dikarenakan mereka yang memiliki kerentanan tinggi terhadap kejadian dan kecelakaan lalu lintas di area kerja Divisi *Concentrating* PTFI. Perencanaan jalan tidak hanya fokus pada keselamatan pengguna kendaraan berupa alat berat maupun pengendara kendaraan ringan, tetapi juga harus memfokuskan pada pengguna jalan. Berdasarkan situasi dan permasalahan tersebut, maka perlu dikaji upaya keselamatan jalan yang telah dilakukan oleh Divisi *Concentrating* PTFI, khususnya terhadap adanya interaksi pengendara dan pengguna jalan.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian kualitatif ini yaitu deskriptif melalui penelitian lapangan (*field research*). Pendekatan metode penelitian bersifat interpretatif karena studi yang dikembangkan melalui interpretasi dengan menggunakan data yang ditemukan di lokasi penelitian. Tujuan dari pendekatan tersebut untuk menjelaskan peristiwa dan kondisi di lokasi penelitian berdasarkan perspektif dari subjek yang diteliti, maupun sumber data yang terkumpul. Lokasi penelitian difokuskan pada area industri pengolahan bijih mineral yaitu di area Divisi *Concentrating* PTFI. Penelitian dilakukan selama Januari sampai Februari 2024.

Penelitian kualitatif ini tidak menggunakan istilah populasi. Namun menggunakan istilah situasi sosial (*social situation*) dan terdiri atas tiga elemen. Ketiga elemen tersebut yaitu tempat (*place*), pelaku (*actors*), dan aktivitas (*activity*) yang saling berinteraksi secara sinergis. Situasi sosial ini yang kemudian menjadi objek penelitian.³ Dengan demikian maka populasi dalam penelitian ini yaitu faktor pekerja, faktor kendaraan, dan faktor jalan/lingkungan. Adapun ketiga faktor tersebut yang kemudian menjadi sampel yang karakteristiknya kemudian diteliti.

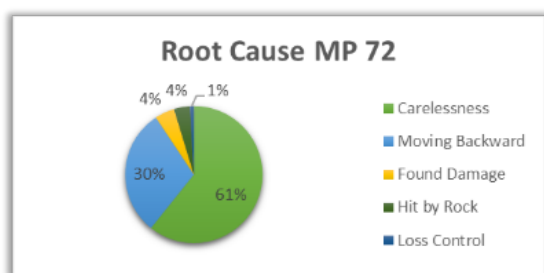
Teknik pengambilan data menggunakan metode observasi. Kegiatan observasi meliputi pencatatan secara sistematis, perilaku atau objek yang diamati, dan hal-hal lain yang diperlukan dalam mendukung penelitian yang dilakukan. Tahap awal observasi dilakukan secara umum

yaitu pengumpulan data atau informasi sebanyak mungkin. Tahap selanjutnya yaitu observasi terfokus dengan menyempitkan data dan informasi yang diperlukan agar dalam penelitian ini dapat ditemukan pola perilaku dan hubungan yang terjadi. Instrumen penelitian berupa lembar observasi rekaman catatan dan kondisi aktual.

Instrumen tersebut digunakan untuk pencatatan secara sistematis, meliputi analisis jumlah kejadian insiden kecelakaan kendaraan bergerak, dan faktor yang mempengaruhinya dan terdiri atas faktor manusia yaitu pekerja, faktor kendaraan, dan faktor jalan/lingkungan. Adapun perilaku terdiri dari analisis dari jumlah insiden yang melibatkan perilaku pekerja dalam menggunakan kendaraan bergerak (*pengendara*), maupun sebagai *pedestrian*. Objek yang diamati lainnya terdiri atas infrastruktur tersedia maupun yang belum tersedia sesuai standar internal.

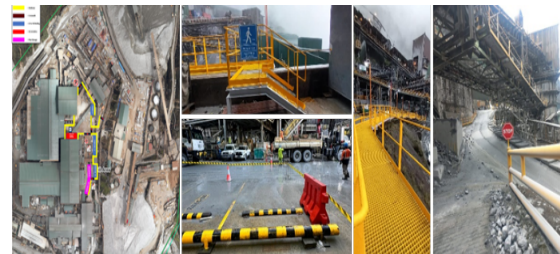
HASIL PENELITIAN

Peningkatan keselamatan terkait pada interaksi pengguna kendaraan (*pengendara*) dan pengguna jalan merupakan program jangka panjang yang sangat erat dengan peningkatan standar keselamatan kesehatan kerja dan lingkungan kerja (K3LK) di area wilayah kerja operasional PTFI, khususnya di area pengolahan bijih mineral. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh hasil bahwa jumlah kejadian lalu lintas yang melibatkan kendaraan bergerak dan pengguna jalan dari tahun 2018-2022 berjumlah 1.011 kejadian. Dari data tersebut, lokasi pertambangan bawah tanah menempati urutan pertama, kemudian disusul oleh area MP 72 (*Ridge Camp* dan area pengolahan bijih mineral), dan Tembagapura. Jumlah kejadian masing-masing di setiap lokasi yaitu 824, 102, dan 80 kejadian.



Gambar 1. Persentase dan akar penyebab kejadian di area industri pengolahan bijih mineral.

Persentase dan akar penyebab kejadian yang melibatkan interaksi pengendara dan pengguna jalan pada area industri pengolahan bijih mineral terdapat pada wilayah area MP 72, dijelaskan pada Gambar 1. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh hasil bahwa akar penyebab terjadi kejadian termasuk kecelakaan disebabkan oleh beberapa faktor. Faktor tersebut melingkupi faktor manusia, faktor kendaraan, dan faktor jalan/lingkungan. Pada faktor manusia yaitu para pekerja maka jumlah kejadian yang tercatat banyak disebabkan oleh ketidakpedulian (*careless*) para pengendara kendaraan bergerak dan pengguna jalan. Jumlah kejadian ketidakpedulian tersebut sebesar 61%. Selain itu, pengendara kehilangan kendali (*loss control*) sebesar 1%. Pada faktor kendaraan ditemukannya kerusakan (*found damage*), dan terkena lentingan batu (*hit by rock*) masing-masing sebesar 4%. Sedangkan pada faktor jalan/lingkungan yang menyebabkan kecelakaan disebabkan oleh kondisi yang mengakibatkan kejadian bergerak mundur (*moving backward*) sebesar 30%.⁴



Gambar 2. Contoh Rekayasa Infrastruktur Jalan di Divisi Concentrating PTFI

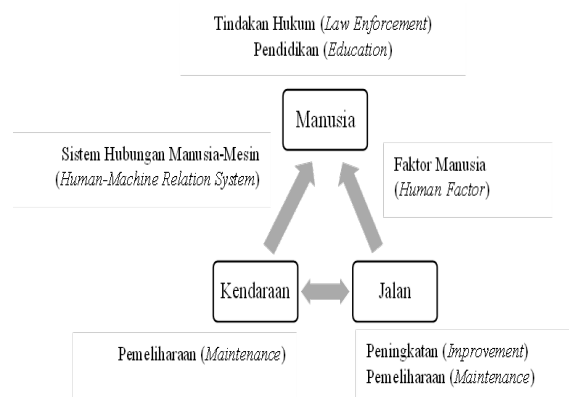
Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan, ditemukan bahwa telah banyak dilakukan upaya terkait dengan peningkatan keselamatan jalan. Upaya yang dilakukan oleh Divisi Concentrating PTFI tersebut diantaranya berupa rekayasa terhadap faktor jalan/lingkungan. Namun demikian bukan berarti upaya terhadap faktor manusia dan faktor kendaraan tidak mendapatkan perhatian. Terdapat beberapa rekayasa yang dilakukan di Divisi Concentrating PTFI seperti yang dicontohkan pada Gambar 2. Hal lainnya yaitu telah dilakukan untuk mengatasi kegagalan interaksi pengendara dan pengguna jalan yang dapat menimbulkan kecelakaan berupa:

- Penutupan saluran terbuka yang seharusnya tidak terletak dengan badan jalan.

- b. Memastikan marka jalan telah sesuai agar tidak menyebabkan pengguna jalan mengalami kecelakaan.
- c. Pemasangan rambu-rambu lalu lintas di tempat yang tidak terhalang, desain rambu yang sesuai dan adekuat.
- d. Ketersediaan fasilitas penyeberangan bagi pekerja dan membuat 'refugee' yang baik, memberi penerangan lampu jalan, pembuatan jalur pejalan kaki (*pedestrian*), dan pembatasan kecepatan kendaraan.
- e. Perkerasan bahu jalan dan *delineasi* tikungan untuk kendaraan yang akan keluar jalur jalan.

PEMBAHASAN

Terdapat tiga komponen utama^{5,6} dalam terjadinya kejadian dan kecelakaan akibat interaksi kendaraan bergerak dan pengguna jalan, yaitu manusia sebagai pengguna jalan, kendaraan (baik alat berat maupun alat ringan), dan jalan termasuk lingkungan sekitarnya.^{7,8} Setiap komponen ini dapat berkontribusi dan melibatkan interaksi yang cukup kompleks terhadap terjadinya kejadian maupun kecelakaan seperti yang digambarkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Faktor Manusia, Kendaraan, dan Jalan dalam Kecelakaan

Faktor dominan dalam terjadinya kecelakaan adalah faktor manusia. Adapun faktor manusia yang dimaksudkan dalam penelitian ini yaitu para pekerja yang berada di Divisi *Concentrating* PTFI. Hampir semua kejadian kecelakaan yang terjadi diakibatkan oleh faktor ini, yaitu sebesar 90% akibat kelalaian.⁹ *United States of Department of Transportation-National Highway Traffic*

Safety Administration (US-NHTSA) mengemukakan bahwa terdapat empat faktor utama sebagai sebuah kesalahan (*error*) yang berasal dari diri pengendara yang menyebabkan terjadinya kecelakaan, yaitu:¹⁰

1. *Recognition error* (kesalahan rekognisi), kesalahan yang diakibatkan oleh pengendara kendaraan tidak memusatkan perhatian atau pecahnya konsentrasi yang diakibatkan oleh gangguan berasal dari luar^{11,12} dan dari diri sendiri berupa tindakan tidak aman (*unsafe act*). Tindakan tidak aman ini seperti lalai terhadap prosedur, lupa, motivasi yang buruk, tidak perhatian atau abai.¹³ Kesalahan ini disebut juga sebagai kesalahan akibat kontrol terhadap lingkungan sekitarnya secara tidak tepat, termasuk diantaranya penggunaan *mobile phone*.^{14,15}
2. *Decision error* (kesalahan keputusan), pengemudi kendaraan melakukan kesalahan yang membahayakan (*dangerous violations*) berupa tindakan dengan sengaja melanggar aturan,¹⁶ seperti dengan mengebut (*overspeeding*), menikung pada kecepatan yang tinggi, kekeliruan dalam memperkirakan pengendara lain termasuk *pedestrian* yang menggunakan jalan yang sama, manuver ilegal, kesalahan memperkirakan kecepatan dan jarak antara kendaraan sendiri serta kendaraan orang lain (*dangerous errors*).
3. *Performance error* (kesalahan kinerja), termasuk juga pada *overcompensation* yaitu berupa keinginan berlebihan serta pengendalian yang lemah terhadap arah atau tujuan dari pengendara (*not paying attention*).
4. *Other error* (kesalahan lain), diakibatkan karena pengendara termasuk pengguna jalan mengantuk, lelah,¹⁷ di bawah pengaruh obat-obatan, alkohol ataupun napza, dan lain sebagainya.

Tabel 1. Contoh Kesalahan Dasar (*Generic Error*)

Klasifikasi <i>Generic Error</i>	Contoh <i>Generic Error</i>
<i>Slips</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Salah pada persepsi ▪ Gangguan dari luar saat bertindak ▪ Salah dalam bertindak

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kesulitan saat melakukan tindakan ▪ Kesalahan saat melakukan tahapan tindakan ▪ Kesalahan saat menentukan waktu bertindak
<i>Lapses</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lupa pada tahapan bertindak ▪ Kehilangan lokasi untuk melakukan tahapan bertindak ▪ Lupa akan tindakan yang diinginkan
<i>Mistakes</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bertindak kurang tepat pada suatu prosedur baku ▪ Melakukan prosedur dengan salah ▪ Memutuskan tindakan yang buruk ▪ Kegagalan memilih alternatif tindakan ▪ Terlalu percaya diri
<i>Violations</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pelanggaran yang disengaja ▪ Pelanggaran yang tidak disengaja

Dari keempat faktor tersebut di atas dapat disimpulkan bahwa faktor rekognisi (baik itu berupa atensi dan persepsi), faktor pengambilan keputusan dan ingatan, serta faktor kinerja menjadi syarat dalam berkendara, dan dalam hal ini yaitu berlaku bagi pekerja di Divisi *Concentrating* PTFI. Dengan demikian maka dapat disimpulkan bahwa kemampuan kognitif dan keterampilan harus menyertai kemampuan fisik pengendara sebagai pengguna jalan. Kelalaian manusia (*human error*) yang dapat terjadi kepada para pekerja tersebut dapat dibagi menjadi empat klasifikasi dasar. Keempat klasifikasi dasar tersebut terdiri atas kelalaian atensi (*slips*), kelalaian daya ingat (*lapses*), kesalahan (*mistakes*), dan pelanggaran (*violations*).¹⁸ Klasifikasi ini disebut dengan *generic error* seperti yang dicontohkan pada Tabel 1.

Faktor kendaraan merupakan faktor yang berkontribusi pada jumlah dan tingkat fatalitas kecelakaan. Pada faktor ini perawatan (*maintenance*) merupakan kunci dalam penghilangan faktor terjadinya kecelakaan dengan memberikan perhatian.^{2,19}

a. Perawatan dan Kelaikan Kendaraan

Kecelakaan penggunaan jalan pada pengendara paling besar dipengaruhi oleh kelalaian dalam perawatan secara rutin maupun berkala. Perawatan dan perbaikan

kendaraan sangat diperlukan agar semua aspek kendaraan dalam kondisi baik. Selain itu, pengujian kelaikan kendaraan secara regular perlu dilakukan untuk memastikan bahwa kendaraan aman untuk digunakan.^{20,21} Kelalaian perawatan kendaraan akan dapat menyebabkan beberapa kondisi seperti ban yang licin akibat aus (*worn out*) dan ban tidak seimbang (*imbalance*); suspensi dan peredam kejut yang buruk; sistem rem gagal berfungsi atau blong; pengemudian yang sulit akibat *power steering*/kemudi/setir macet, *spooring* salah; penyinaran lampu tidak sesuai dengan sudut ketinggian, lampu sinyal untuk pengereman dan berbelok yang tidak lengkap menyala; kekuatan mesin melemah yang diakibatkan buruknya pelumasan, kompresi, dan pengapian.

Dalam aspek ini, pekerja di Divisi *Concentrating* PTFI hendaknya dapat memberikan atensi yang adekuat terkait dengan implementasi perawatan dan kelaikan kendaraan. Hal tersebut dapat dilakukan dengan memastikan secara rutin jadwal untuk dilakukan *Preventive Maintenance* (PM) Check dengan memastikan bahwa odometer telah mendekati jadwal PM tersebut. Hal lain dapat berupa dilakukan *Pre-Operation* melalui daftar pemeriksaan (*checklist*) yang tersedia di setiap unit dalam bentuk cetak maupun dalam jejaring (*online*) yang dapat diakses oleh pengendara kapan saja dan di mana saja melalui aplikasi yang dapat digunakan pada unit telepon genggam (*handphone*). Langkah ini bertujuan untuk memastikan bahwa kendaraan dalam kondisi laik sebelum digunakan serta dapat diketahui apabila terdapat *defect* pada kendaraan tersebut.

b. Pengendalian Kendaraan

Aspek selain perawatan dan kelaikan kendaraan yaitu karakter pengendalian kendaraan. Pada pengendalian kendaraan, terdapat dua hal yang dapat mempengaruhi yaitu:

- Kondisi ban dan sistem suspensi berikut keseimbangannya.
- Momen inersia kendaraan pada sumbu vertikal pada pusat gravitasi kendaraan atau resistansi inersia untuk mencegah kendaraan berputar.

Selain itu juga terdapat dua hal yang harus diperhatikan saat kendaraan akan berbelok, yaitu:

- i. *Understeer* yaitu kendaraan cenderung lurus meskipun setir sudah dibelokkan. Kondisi ini biasa disebut selip (*slips*) yang diakibatkan oleh daya cengkram ban depan hilang sehingga kendaraan melaju ke luar jalan.
- ii. *Oversteer* yaitu kondisi kebalikan dari *understeer* di mana ban belakang kehilangan cengkraman sehingga bagian belakang dari kendaraan (*buritan*) bergeser atau melintir. Penyebab kondisi ini biasa terjadi akibat pengereman saat belok, bobot berpindah ke depan kendaraan sehingga membuat daya cengkraman pada ban belakang menjadi berkurang, dan dapat juga dikarenakan pemutaran setir secara tiba-tiba.

Pengendalian kendaraan ini menjadi lebih sulit dan tidak mudah sehingga dapat membahayakan. Berdasarkan hal tersebut maka aspek pengendalian kendaraan dapat dipastikan oleh setiap pekerja di Divisi *Concentrating* PTFI dengan memastikan bahwa tidak ada beban muatan berlebih, tidak menempatkan muatan tidak tepat seperti tidak seimbang maupun terlalu tinggi. Ukuran muatan pun harus dipastikan tidak melebihi ukuran kendaraan. Selain muatan, pekerja di Divisi *Concentrating* PTFI tidak boleh melakukan modifikasi pada kendaraan seperti perubahan ukuran bak muatan, perubahan ukuran dan profil ban, serta melakukan kecepatan kendaraan yang terlalu tinggi (*overspeed*) karena hal ini menjadi faktor yang menyebabkan pengendalian kendaraan menjadi sulit.

Selain itu, pengereman kendaraan menjadi kunci utama dalam menghindari kecelakaan. Jarak pengereman yang memadai dan tetap pada lajur lintas kendaraan tanpa bergeser pada waktu pengereman menjadi hal yang penting untuk diperhatikan. Muatan juga mempengaruhi kemampuan pengereman karena muatan berlebih cenderung

membutuhkan waktu dan jarak yang lebih agar dapat berhenti dengan sempurna. Dalam implementasi terkait dengan pengereman kendaraan ini menjadi unsur penting yang perlu diperhatikan pada faktor kendaraan di Divisi *Concentrating* PTFI. Dalam implementasi pengereman kendaraan, terdapat nilai-nilai umum dalam perlambatan kendaraan yang terdiri atas:

- i. penurunan kecepatan dari 1 hingga 3 meter/detik².
 - ii. pengereman akhir hingga berhenti sekitar 3,5 meter/detik².
 - iii. pengereman mendadak antara 6 hingga 10 meter/detik² atau setara dengan gaya gravitasi.
- c. *Perlengkapan Pengamanan Kecelakaan*
- Kelengkapan pada kendaraan untuk pengamanan kendaraan agar dapat terhindari dari terjadinya kecelakaan dan mengurangi tingkat keparahan korban secara umum terdiri atas:
- a) *Perlengkapan Active Safety* untuk menghindari terjadinya kecelakaan antara lain:
 - i. *Antilock Brake System* (ABS) pada rem dan *Electronic Brake Distribution* (EBD),
 - ii. Lapisan film pelindungan sinar pada kaca depan (*wind screen*), penyejuk udara kendaraan (*air conditioning*).
 - b) *Perlengkapan Passive Safety* untuk mengurangi keparahan korban antara lain:
 - i. kabin penumpang dengan sistem *rigid cell*,
 - ii. zona deformasi di bagian depan dan belakang (*bumper*), proteksi pada *pedestrian* dan pengemudi,
 - iii. kunci keselamatan pintu, kolom stir yang terpisah dan runtuh sewaktu terjadi tumbukan, *air bag*, dan sabuk keselamatan.

Pada area Divisi *Concentrating* PTFI, faktor jalan sangat erat hubungannya dengan penyebab terjadinya kecelakaan, sehingga faktor ini perlu dipertimbangkan sebagai penentuan dalam perancangan keselamatan jalan.²² Contohnya seperti batas kecepatan, geometrik, pagar pengamanan yang sudah

tersedia ataupun belum tersedia, jarak pandang dengan rambu-rambu, kondisi permukaan jalan seperti ada tidaknya lengkungan maupun superelevasi, ada atau tidak adanya tanjakan maupun turunan, serta harmonisasi antara *alignment* vertikal dan horizontal. Faktor jalan serta lingkungan tersebut memiliki sifat permanen. Oleh sebab itu banyak hal yang harus terus dilakukan oleh Divisi *Concentrating* PTFI terkait implementasi prinsip keselamatan kecelakaan. Prinsip tersebut salah satunya yaitu pada perancangan persimpangan karena topografi area kerja di Divisi *Concentrating* PTFI mengharuskan memiliki banyak persimpangan.

Beberapa hal lain yang harus dipertimbangkan dan diperhatikan dalam implementasi keselamatan jalan terutama pada tikungan tajam²³ dan persimpangan²⁴ yaitu nilai jarak pandang persimpangan, jarak pandang pendekat serta jarak pandang henti di persimpangan yang cukup memadai, pengutamaan pergerakan lalu lintas yang ramai, dan lainnya. Selain itu, adanya pemisahan jalan (*segregasi*) *pedestrian* telah dilakukan di Divisi *Concentrating* PTFI dengan pemasangan pagar dengan jalan kendaraan. *Segregasi* ini sudah dilakukan di banyak lokasi pada area industri pengolahan mineral. Hal ini secara tegas memberikan tingkat efektifitas dalam mencegah kecelakaan fatal. *Segregasi* inipun hakekatnya mengimplementasikan prinsip manajemen bahaya sisi jalan sebagai rekayasa keselamatan agar meminimalkan risiko gangguan samping. Faktor jalan/lingkungan yang bersifat permanen dan secara prinsip memerlukan klasifikasi terhadap fungsi jalan. Faktor jalan/lingkungan yang bersifat permanen tersebut harus memiliki dua aspek yaitu pengaturan serta pengendalian lalu lintas dan aksesibilitas.

Namun demikian, faktor jalan/lingkungan yang bersifat tidak permanen pun dapat menjadi penyebab kecelakaan yang sangat erat dengan kondisi Divisi *Concentrating* PTFI. Faktor jalan/lingkungan yang bersifat tidak permanen tersebut diantaranya yaitu cuaca lokasi kerja yang ekstrem dan sering berkabut, curah hujan tinggi yang selalu menimbulkan genangan, serta kondisi yang kerap terjadi longsor jalan dan tebing.^{25,26} Kondisi kabut dapat menyebabkan gangguan kepada jarak pandang, juga menyulitkan dalam melihat marka jalan. Hal ini cukup berbahaya bagi

pengendara karena akan mengalami kesulitan dalam memposisikan kendaraan di lintasan semestinya. Genangan air yang banyak terbentuk di permukaan jalan menjadi risiko timbulnya efek *aquaplaning* maupun *hydroplaning* pada ban kendaraan. Efek ini menyebabkan hilangnya daya cengkram (*traksi*) ban yang menyulitkan pengendalian kendaraan pada kecepatan yang relatif tinggi. Penurunan kecepatan dari efek ini dapat diantisipasi dengan penggunaan ban yang mempunyai profil baik.

Matriks Haddon^{27,28} merupakan metode yang dapat digunakan oleh Divisi *Concentrating* PTFI dalam menganalisis kecelakaan agar kerugian dan cedera yang ditimbulkan dapat diminimalkan. Tabel 2 menunjukkan faktor-faktor yang berhubungan dengan kecelakaan. Faktor-faktor tersebut terdiri atas atribut pribadi (personil) sebagai faktor manusia, atribut agen/perantara (*vektor*) yang membawa energi sebagai faktor kendaraan, dan atribut lingkungan/tempat sebagai faktor jalan dan lingkungan. Faktor-faktor tersebut yang kemudian harus dilakukan analisis pada setiap tahap, dimulai pada tahap sebelum kejadian, tahap saat kejadian, dan tahap setelah kejadian kecelakaan.

Tabel 2. Analisis Pencegahan Kecelakaan

	Faktor Manusia	Faktor Kendaraan	Faktor Jalan
Tahap Pra Kecelakaan (<i>Pre-Event</i>)	<ul style="list-style-type: none"> Informasi Sikap pengendara Gangguan pada pengendara Peraturan lalu lintas 	<ul style="list-style-type: none"> Kelaikan kendaraan Pencapaian Pengereman Pengelolaan kecepatan 	<ul style="list-style-type: none"> Rancangan layout jalan Pembatasan kecepatan Fasilitas <i>pedestrian</i>
Tahap Saat Kecelakaan (<i>Event</i>)	<ul style="list-style-type: none"> Penggunaan alat pencegahan Melemahkan dampak 	<ul style="list-style-type: none"> Pencegahan penumpang Perangkat pelindung lain Rancangan kendaraan aman 	<ul style="list-style-type: none"> Perangkat pelindung kecelakaan pinggir jalan Zona keaman

	nan jalan		
Tahap Setelah Kecelakaan (Post-Event)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Keterampilan pertolongan pertama kegawatdaruratan ▪ Aksesibilitas pengobatan dan perawatan 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kemudahan akses petugas medis ▪ Risiko kebakaran 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fasilitas penyelamatan ▪ Kematian

Audit keselamatan jalan merupakan upaya untuk mengidentifikasi potensi bahaya yang dapat timbul dari prasarana jalan terhadap lalu lintas maupun lingkungan di sekitar. Pelaksanaan audit ini merupakan sebuah bentuk pengujian formal terhadap potensi konflik lalu lintas dan kecelakaan lalu lintas dari rancangan jalan yang sudah terbangun (*existing*) maupun jalan baru. Seperti audit lainnya yang sering dilakukan di Divisi *Concentrating* PTFI, maka pelaksanaan audit keselamatan jalan dapat dilakukan oleh tim ahli yang memiliki kompetensi dan independen berpengalaman. Objek sasaran pelaksanaan audit keselamatan tersebut dapat difokuskan pada rancangan (*desain*) jalan yang mencakup geometrik, bangunan pelengkap, fasilitas jalan, dan kondisi lingkungan sekitar jalan. Dari pelaksanaan audit ini diharapkan dapat diperoleh peningkatan keselamatan pengguna jalan. Selain itu juga dapat meningkatkan pemahaman bahwa rekayasa jalan diperlukan dimulai pada tahapan perancangan.²⁹

KESIMPULAN

Terdapat tiga komponen utama terjadi kejadian dan kecelakaan akibat interaksi kendaraan bergerak dan pengguna jalan. Faktor tersebut terdiri dari manusia yaitu sebagai pengguna jalan, kendaraan (baik alat berat maupun alat ringan), dan jalan termasuk lingkungan sekitarnya. Setiap komponen faktor ini dapat berkontribusi dan melibatkan interaksi yang cukup kompleks terhadap terjadi kecelakaan. Meskipun sudah banyak rekayasa terhadap faktor jalan dan lingkungan di area Divisi *Concentrating* PTFI, namun faktor manusia tetap menjadi hal yang harus menjadi perhatian. Hal ini dikarenakan hampir semua

kejadian kecelakaan diakibatkan oleh faktor manusia, yaitu akibat kelalaian. Adapun faktor kendaraan, khususnya pada perawatan (*maintenance*) walaupun bukan tugas langsung yang menjadi kewajiban pekerja Divisi *Concentrating* PTFI namun perawatan merupakan kunci dalam penghilangan faktor terjadinya kecelakaan. Partisipasi aktif diperlukan pada semua pekerja dalam pelaksanaan perawatan agar dalam kondisi laik operasi. Hal tersebut sebagai upaya pengendalian kendaraan serta upaya dalam menjaga perlengkapan pengamanan kendaraan yang dipergunakan oleh pekerja agar terhindar dari kecelakaan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Panitia Lomba Penulisan Artikel pada Bulan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Nasional (BK3N) 2024 atas *review*, penilaian, dan kesempatan agar hasil penelitian ini dapat didesiminasikan pada khalayak umum.

DAFTAR PUSTAKA

1. World Health Organization (WHO). (2023). *Global Status Report on Road Safety*. <https://www.who.int/teams/social-determinants-of-health/safety-and-mobility/global-status-report-on-road-safety-2023>.
2. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR). (2016). *Pengenalan Rekayasa Keselamatan Jalan, Modul 2 Diklat Jalan Berkeselamatan*. Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
3. Sugiyono. (2022). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Cetakan 4 Bandung: CV Alfabeta.
4. PT Freeport Indonesia (PTFI). (2024). *Mobile Equipment Incident History 2018-2024*. Unpublished Report.
5. Ulleberg, P. & Rundmo, T. (2003). Personality, Attitudes and Risk Perception as Predictors of Risky Driving Behaviour among Young Drivers. *Safety Science*, 41(5):427-443.
6. Shope, J. T. (2006). Influences on

- youthful driving behavior and their potential for guiding interventions to reduce crashes. *Injury Prevention*, 12(suppl_1), i9–i14. <https://doi.org/10.1136/ip.2006.011874>
7. Ali, Y., Raadsen, M. P. H., & Bliemer, M. C. J. (2023). Modelling speed reduction behaviour on variable speed limit-controlled highways considering surrounding traffic pressure: A random parameters duration modelling approach. *Analytic Methods in Accident Research*, 40, 100290. <https://doi.org/10.1016/j.amar.2023.100290>
8. Tarlochan, F., Ibrahim, M. I. M., & Gaben, B. (2022). Understanding traffic accidents among young drivers in Qatar. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(1), 514. <https://doi.org/10.3390/ijerph19010514>
9. Hole, G.J. (2017). *Psychology of Driving* (1st Ed.). Routledge: London.
10. Guritnaningsih, G., Tjahjono, T., & Maulina, D. (2018). Kelalaian Manusia (Human Error) Dalam Kecelakaan Lalu Lintas: Analisis Berdasarkan Pemrosesan Informasi. *Journal of Indonesia Road Safety*, 1(1), 30. <https://doi.org/10.19184/korlantas-jirs.v1i1.14772>
11. Misokefalou, E., Papadimitriou, F., Kopelias, P., & Eliou, N. (2016). Evaluating driver distraction factors in urban motorways. A naturalistic study conducted in Attica Tollway, Greece. *Transportation Research Procedia*, 15, 771–782. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.06.064>
12. Prat, F., Gras, M. E., Planes, M., Font-Mayolas, S., & Sullman, M. J. M. (2017). Driving distractions: An insight gained from roadside interviews on their prevalence and factors associated with driver distraction. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 45, 194–207. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2016.12.001>
13. Lady, L., & Umyati, A. (2021). Human Error dalam Berkendara Berdasarkan Kebiasaan Pelanggaran oleh Pengemudi. *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik (JMTRANSLOG)*, 8(1), 21. <https://doi.org/10.54324/j.mtl.v8i1.510>
14. Oviedo-Trespalacios, O., King, M., Haque, Md. M., & Washington, S. (2017). Risk factors of mobile phone use while driving in Queensland: Prevalence, attitudes, crash risk perception, and task-management strategies. *PLOS ONE*, 12(9), e0183361. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0183361>
15. Van Dam, J., Kass, S. J., & VanWormer, L. (2019). The effects of passive mobile phone interaction on situation awareness and driving performance. *Journal of Transportation Safety & Security*, 12(8), 1007–1024. <https://doi.org/10.1080/19439962.2018.1564947>
16. Sucha, M., Sramkova, L., & Risser, R. (2014). The Manchester driver behaviour questionnaire: Self-reports of aberrant behaviour among Czech drivers. *European Transport Research Review*, 6(4), 493–502. <https://doi.org/10.1007/s12544-014-0147-z>
17. Nursetyawan, R. T., & Utaminingrum, F. (2020). Pengembangan Sistem Rekognisi Rambu Kecepatan Menggunakan Circle Hough Transform dan Convolutional Neural Network. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 4(11): 4012–4018. <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/8217>
18. Stanton, N. A., & Salmon, P. M. (2009). Human error taxonomies applied to driving: A generic driver error taxonomy and its implications for intelligent transport systems. *Safety Science*, 47(2), 227–237. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2008.03.006>
19. Marsaid, Hidayat, M., Ahsan. (2013). Kecelakaan penggunaan jalan oleh pengendara paling besar dipengaruhi oleh kelalaian dalam perawatan secara rutin maupun berkala. *Jurnal Ilmu Keperawatan*, 1(2): 98–112.
20. Ardiansyah, A., & Albanna, F. (2022). Analisis Pemeliharaan pada Kendaraan Operasional PKP-PK di Bandar Udara Adi Soemarmo Solo. *AURELIA: Jurnal*

- Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat Indonesia*, 1(1), 19–28.
<https://doi.org/10.57235/aurelia.v1i1.21>
21. Rianti, A. M., & Farida, I. (2022). Analisis pengujian Kendaraan Untuk meminimalisir risiko Kecelakaan Lalu Lintas. *Jurnal Konstruksi*, 20(1), 151–160.
<https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.20-1.1043>
22. Widyastuti, H., & Utami, A. (2018). Faktor Penyebab Kecelakaan Lalu Lintas: Studi Kasus Beberapa Jalan Di Kota Surabaya. *Journal of Indonesia Road Safety*, 1(3), 175.
<https://doi.org/10.19184/korlantas-jirs.v1i3.15011>
23. Manggala, R., J. Angga J., Purwanto, D., & Indriastuti, A.K. (2016). Studi Kasus Faktor Penyebab Kecelakaan Lalu Lintas Pada Tikungan Tajam. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 4(4): 462-470.
<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkts/article/view/10575>.
24. Buntara, A. (2019). Cedera Akibat Kecelakaan Lalu Lintas di Indonesia: Faktor Risiko Serta Strategi Pencegahan dan Intervensi. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Masyarakat*, 11(3): 262-268.
<https://doi.org/10.52022/jikm.v11i3.25>.
25. Carina, F. (2017). Analisis Karakteristik Kecelakaan dan Penanganan Lokasi Rawan Kecelakaan Lalu Lintas di Kota Lubuklinggau. *Bearing: Jurnal Penelitian dan Kajian Teknik Sipil*, 5(1): 24-31.
<https://doi.org/10.32502/jbearing.700201751>.
26. Siregar, Z., & Dewi, I. (2020). Analisis Ruas Jalan Lintas Sumatera Kota Tebing Tinggi Dan Kisaran Sebagai Titik Rawan Kecelakaan Lalu Lintas. *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, 1(2), 63–73.
<https://doi.org/10.53695/jm.v1i2.88>
27. Runyan, C. W. (1998). Using the Haddon matrix: Introducing the third dimension. *Injury Prevention*, 4(4), 302–307.
<https://doi.org/10.1136/ip.4.4.302>
28. Masoumi, K., Forouzan, A., Barzegari, H., Asgari Darian, A., Rahim, F., Zohrevandi, B., & Nabi, S. (2016). Effective Factors in Severity of Traffic Accident-Related Traumas; an Epidemiologic Study Based on the Haddon Matrix. *Emergency* (Tehran, Iran), 4(2):78-82.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4893755/>.
29. Departemen Pekerjaan Umum (DPU). (2005). *Pedoman Audit Keselamatan Jalan* (Pd . T-17-2005-B).

Analisis Faktor-Faktor yang Memengaruhi Perilaku Penggunaan APD pada Karyawan Bengkel Machining

Analysis of Factors Affecting PPE Use Behavior in Machining Workshop Employees

Muhamad Iqbal¹, Hana Gumiyarna², Een Suhaenah³

1. Jurusan Kesehatan Lingkungan, Poltekkes Kemenkes Bandung
2. Badan Narkotika Nasional Kota Cimahi
3. Dinas Kesehatan Kota Cimahi

***Corresponding Author : Muhamad Iqbal**

Email : muhamadiqbal@staff.poltekkesbandung.ac.id

ABSTRAK

Keselamatan kerja di bengkel machining sangat penting, dan penggunaan APD menjadi kunci. Tantangan utama adalah kepatuhan karyawan dalam menggunakan APD, yang dapat dipengaruhi oleh tingkat kebisingan lingkungan kerja. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh kebisingan dan faktor lain terhadap perilaku penggunaan APD di bengkel machining PT. X untuk meningkatkan keselamatan dan kesehatan kerja karyawan. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif untuk mempelajari faktor-faktor yang memengaruhi perilaku penggunaan APD pada 95 karyawan bengkel machining PT. X. Data dikumpulkan melalui kuesioner, observasi, dan pengukuran kebisingan dengan dosimeter. Hasil penelitian menunjukkan hubungan signifikan antara pengawasan terhadap penggunaan APD ($P\text{-value} = 0,000$) dengan pengawasan yang tidak optimal oleh perusahaan (65,3%), dan kepatuhan yang rendah (32,6% tidak menggunakan APD). Hubungan yang signifikan juga ditemukan antara kebijakan APD dan perilaku penggunaannya ($P\text{-value} = 0,016$), dengan hanya 48,4% perusahaan memiliki kebijakan yang jelas, mungkin menyebabkan rendahnya kepatuhan. Meskipun tidak signifikan, pengetahuan yang tinggi tentang APD (72,4% karyawan) meningkatkan kesadaran dan kepatuhan, sementara tingkat kebisingan yang rendah (2,1% karyawan bekerja dalam lingkungan berkebisingan tinggi) menurunkan kepatuhan dalam menggunakan APD. perusahaan perlu meningkatkan pengawasan terhadap penggunaan APD, mengembangkan kebijakan APD yang jelas, mengurangi tingkat kebisingan, menyelenggarakan pelatihan tentang APD, dan memastikan evaluasi berkelanjutan untuk meningkatkan keselamatan kerja karyawan di bengkel machining PT. X.

Kata Kunci : APD, Kebisingan, Keselamatan Kerja, Kepatuhan, Pengawasan

ABSTRACT

Work safety in the machining workshop is critical, and the use of PPE is key. A key challenge is employee compliance in using PPE, which can be affected by the noise level of the work environment. This study aims to analyze the influence of noise and other factors on PPE use behavior in the machining workshop of PT X to improve employee occupational safety and health. This research uses quantitative methods to study the factors that influence the behavior of using PPE among 95 PT machining workshop employees. X.. Data were collected through questionnaires, observation, and noise measurement with a dosimeter. The results showed a significant relationship between supervision and PPE use ($P\text{-value} = 0.000$) with non-optimal supervision by the company (65.3%), and low compliance (32.6% did not use PPE). A significant relationship was also found between PPE policies and their use behavior ($P\text{-value} = 0.016$), with only 48.4% of companies having clear policies, possibly leading to low compliance. Although not significant, high knowledge of PPE (72.4% of employees) increased awareness and compliance, while noise levels are low (2.1% of employees work in a high noise environment) decreased compliance in using PPE. The company needs to increase supervision of PPE use, develop a clear PPE policy, reduce noise levels, organize training on PPE, and ensure continuous evaluation to improve employee work safety in the machining workshop of PT X.

Keywords: PPE, Noise, Work Safety, Compliance, Supervision

PENDAHULUAN

Perilaku penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) di bengkel machining PT. X merupakan aspek penting dalam menjaga keselamatan dan kesehatan kerja karyawan. APD menjadi pertahanan utama terhadap berbagai risiko potensial di lingkungan kerja yang berbahaya seperti bengkel machining.¹ Namun, kepatuhan karyawan dalam menggunakan APD sering kali dipengaruhi oleh berbagai faktor.² Pengawasan penggunaan APD oleh manajemen dan atasan memiliki peran krusial dalam membentuk perilaku karyawan. Pengawasan yang efektif akan mendorong kesadaran dan kepatuhan karyawan terhadap kebijakan penggunaan APD yang ada di perusahaan. Di sisi lain, kurangnya pengawasan atau penegakan kebijakan yang longgar dapat menyebabkan rendahnya kepatuhan karyawan dalam menggunakan APD.³ Kedua, kebijakan penggunaan APD yang jelas, tegas, dan terimplementasi dengan baik menjadi landasan dalam membentuk perilaku karyawan.⁴ Jika kebijakan APD tidak diatur secara jelas mengenai jenis APD yang harus digunakan, kapan harus menggunakannya, dan bagaimana cara penggunaannya, maka kepatuhan karyawan terhadap kebijakan tersebut bisa menurun. Selain itu, pengetahuan pekerja tentang APD juga memengaruhi perilaku penggunaannya.⁵ Karyawan yang memiliki pemahaman yang baik tentang jenis-jenis APD, cara penggunaannya, serta konsekuensi dari tidak menggunakan APD akan cenderung lebih patuh dalam menggunakan APD dengan benar. Oleh karena itu, penyediaan pelatihan dan edukasi yang memadai tentang APD sangat penting bagi perusahaan. Terakhir, tingkat kebisingan di lingkungan kerja juga berpotensi memengaruhi perilaku penggunaan APD.

Menurut Novianto perilaku penggunaan APD sangat penting untuk mencegah kecelakaan dan penyakit akibat kerja, beberapa faktor yang memengaruhi perilaku penggunaan APD diantaranya faktor predisposing terdiri dari pengetahuan, sikap dan kenyamanan. Faktor enabling yang dapat mempengaruhi perilaku dalam penggunaan APD yakni ketersediaan APD, kebijakan dan pelatihan. Sedangkan Faktor reinforcing yang mempengaruhi perilaku pekerja dalam

penggunaan APD yakni pengawasan, rekan kerja dan pengawas/ supervisi.⁶

Lingkungan kerja yang melebihi baku mutu dapat mengganggu konsentrasi dan kenyamanan karyawan, sehingga dapat menurunkan motivasi mereka untuk menggunakan APD.⁷ Selain itu, faktor-faktor penyakit yang dapat timbul akibat tidak menggunakan APD, seperti gangguan pendengaran atau iritasi kulit akibat paparan bahan kimia, juga menjadi pertimbangan penting dalam membentuk perilaku penggunaan APD karyawan di bengkel machining PT. X.^{8,9} Oleh karena itu, pemahaman mendalam mengenai faktor-faktor ini menjadi penting dalam upaya meningkatkan kesadaran dan kepatuhan karyawan terhadap penggunaan APD di lingkungan kerja tersebut.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang faktor-faktor yang memengaruhi perilaku penggunaan APD karyawan bengkel machining PT. X dan dapat digunakan untuk mengembangkan model yang menjelaskan hubungan antara faktor-faktor tersebut dengan perilaku penggunaan APD.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah kuantitatif. Sampel penelitian adalah seluruh karyawan bengkel machining PT. X yaitu sebanyak 95 orang. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah kuesioner yaitu tentang kebijakan tentang penggunaan APD dan pengetahuan pekerja, observasi mengenai pengawasan dan perilaku menggunakan APD. Pengukuran kebisingan pada tiap pekerja menggunakan dosimeter yang dilakukan selama 2 jam. Penelitian ini dilakukan pada bulan mei hingga november tahun 2023. Data dianalisis dengan menggunakan analisis univariat dan bivariat.

HASIL PENELITIAN

Hasil analisis univariat terhadap perilaku menggunakan APD, pengawasan penggunaan APD, kebijakan, pengetahuan pekerja, dan tingkat kebisingan serta hasil uji statistik hubungan antar variabel bisa dilihat pada tabel berikut.

Tabel Hasil Analisis Univariat dan Bivariat

No	Variabel	Hasil Pengukuran		P – value
		n	%	
1	Perilaku menggunakan APD			
	Menggunakan	64	67,4	-
	Tidak Menggunakan	31	32,6	
2	Pengawasan Penggunaan APD			
	Dilakukan Pengawasan	33	34,7	0,000
	Tidak dilakukan Pengawasan	62	65,3	
3	Kebijakan			
	Bermanfaat	46	48,4	0,016
	Tidak Bermanfaat	49	51,6	
4	Pengetahuan pekerja			
	Baik	43	45,3	1,000
	Tidak Baik	52	54,7	
5	Tingkat Kebisingan			
	Memenuhi Syarat	93	97,9	0,501
	Tidak Memenuhi Syarat	2	2,1	

PEMBAHASAN

1. Hubungan Pengawasan dengan Perilaku Penggunaan APD

Hasil penelitian menunjukkan hubungan yang signifikan antara pengawasan terhadap perilaku penggunaan APD ($P\text{-value} = 0,000$). Hal ini menunjukkan bahwa pengawasan yang baik dapat meningkatkan kepatuhan karyawan dalam menggunakan APD. Pengawasan yang baik dapat meningkatkan kesadaran karyawan tentang pentingnya APD, memotivasi mereka untuk menggunakannya dengan benar, dan meminimalkan pelanggaran. Di sisi lain, pengawasan yang lemah dapat menurunkan kepatuhan, meningkatkan risiko kecelakaan kerja, dan menciptakan lingkungan kerja yang tidak aman.¹⁰

Data menunjukkan bahwa 65,3% karyawan menyatakan bahwa pengawasan terhadap penggunaan APD di bengkel machining tidak dilakukan dengan baik. Hal ini dapat menjadi salah satu faktor penyebab rendahnya kepatuhan karyawan dalam menggunakan APD (32,6% karyawan tidak menggunakan APD). Oleh karena itu, perusahaan perlu meningkatkan pengawasan terhadap penggunaan APD. Hal ini dapat dilakukan dengan meningkatkan frekuensi dan intensitas pengawasan, memberikan pelatihan kepada supervisor tentang cara melakukan

pengawasan yang efektif, dan memberikan sanksi dan reward kepada karyawan terkait kepatuhan APD. Peningkatan pengawasan dan kepatuhan terhadap penggunaan APD dapat meningkatkan keselamatan dan kesehatan kerja karyawan, menurunkan risiko kecelakaan kerja, dan meningkatkan produktivitas dan efisiensi kerja.^{11,12}

Menurut Rafindadi bahwa pengawasan memiliki peran penting dalam kepatuhan memakai APD. Pengawasan yang efektif dapat memberikan motivasi dan dukungan kepada para pekerja untuk menggunakan APD. Pengawas dapat memberikan contoh dan teladan, serta memberikan penghargaan kepada pekerja yang disiplin menggunakan APD.¹²

Pengawas juga dapat membantu mengidentifikasi dan mengatasi permasalahan terkait APD, seperti APD yang tidak tersedia atau tidak sesuai dengan standar. Dengan meningkatkan kesadaran, kepatuhan, dan motivasi pekerja, serta memastikan APD tersedia dan sesuai dengan standar, pengawasan dapat membantu menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman dan sehat bagi semua.¹³

2. Hubungan Kebijakan dengan Perilaku Penggunaan APD

Berdasarkan tabel hasil pengukuran, terdapat hubungan yang signifikan antara

kebijakan APD dan perilaku karyawan dalam menggunakan APD ($P\text{-value} = 0,016$). Hal ini menunjukkan bahwa kebijakan APD yang jelas dan tegas dapat meningkatkan kepatuhan karyawan dalam menggunakan APD, sedangkan ketidakjelasan dan kelemahan dalam kebijakan APD dapat menurunkan kepatuhan karyawan.¹⁴ Data menunjukkan bahwa 48,4% karyawan menyatakan bahwa perusahaan memiliki kebijakan APD yang jelas dan tegas, sedangkan 51,6% karyawan menyatakan sebaliknya. Hal ini dapat menjadi salah satu faktor penyebab rendahnya kepatuhan karyawan dalam menggunakan APD (32,6% karyawan tidak menggunakan APD).

Oleh karena itu, perusahaan perlu membuat dan mensosialisasikan kebijakan APD yang jelas dan tegas. Kebijakan APD harus mudah dipahami, diakses, dan diterapkan oleh semua karyawan. Kebijakan APD harus ditinjau dan diperbarui secara berkala untuk memastikan bahwa kebijakan tersebut masih relevan dan efektif. Peningkatan kepatuhan terhadap penggunaan APD dapat meningkatkan keselamatan dan kesehatan kerja karyawan, menurunkan risiko kecelakaan kerja, serta meningkatkan produktivitas dan efisiensi kerja. Kebijakan APD yang jelas dan tegas merupakan faktor penting dalam meningkatkan kepatuhan karyawan terhadap penggunaan APD. Perusahaan perlu membuat dan mensosialisasikan kebijakan APD yang jelas dan tegas untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman dan sehat bagi para karyawan.^{15,16}

Menurut Andriyanto bahwa komitmen penuh dari perusahaan terutama kebijakan tentang K3 akan meningkatkan perilaku karyawan dalam menggunakan APD. Maka dari itu perusahaan harus melakukan pengawasan yang ketat, sarana dan prasarana juga menjadi hal yang penting untuk mendukung perilaku memakai APD dilingkungan perusahaan.¹⁷

3. Hubungan Tingkat Kebisingan dengan Perilaku Penggunaan APD

Berdasarkan tabel hasil pengukuran, terdapat hubungan yang tidak signifikan antara tingkat kebisingan dan perilaku karyawan dalam menggunakan APD. 97,9% dari pekerja

yang telah dinyatakan memenuhi syarat berdasarkan pemeriksaan menggunakan dosimeter terhadap tingkat kebisingan di lingkungan kerja, hal ini menunjukkan bahwa tingkat kebisingan tidak secara langsung memengaruhi perilaku penggunaan APD. Meskipun demikian, penting untuk memperhatikan bahwa ketidakberadaan hubungan langsung antara kebisingan dan perilaku penggunaan APD tidak dapat diabaikan begitu saja, karena banyak faktor lain yang mungkin mempengaruhi perilaku tersebut. Salah satunya adalah budaya keselamatan kerja di tempat kerja yang memperkuat kesadaran akan pentingnya penggunaan APD, serta pengawasan dan kebijakan perusahaan yang mendukung implementasi APD. Oleh karena itu, meskipun tingkat kebisingan yang tinggi dapat menjadi faktor risiko, penekanan pada faktor-faktor lain yang memengaruhi perilaku penggunaan APD, seperti kesadaran, pengawasan, dan kebijakan, juga sangat penting untuk dipertimbangkan dalam upaya meningkatkan keselamatan kerja di lingkungan kerja yang berisiko.^{18,19}

Budaya keselamatan kerja yang kuat di lingkungan kerja mengedepankan kesadaran akan pentingnya menggunakan APD untuk melindungi diri dari risiko yang terkait dengan kebisingan, meskipun tingkat kebisingan mungkin tinggi. Dalam budaya keselamatan yang kuat, karyawan cenderung lebih patuh terhadap kebijakan penggunaan APD dan lebih memprioritaskan keselamatan pribadi, bahkan dalam lingkungan kerja yang berisiko. Di sisi lain, kebiasaan individu dalam menghadapi lingkungan kerja berisiko juga dapat memengaruhi perilaku penggunaan APD. Jika seseorang terbiasa dengan lingkungan kerja yang berisiko dan telah terbiasa tidak menggunakan APD, mereka mungkin cenderung mengabaikan penggunaan APD meskipun lingkungan kerja berisiko. Kebiasaan ini dapat menjadi faktor yang tidak berpengaruh terhadap hubungan antara tingkat kebisingan dan penggunaan APD karena perilaku mereka lebih didasarkan pada kebiasaan dan pengalaman pribadi daripada pada tingkat kebisingan itu sendiri. Dengan demikian, budaya keselamatan kerja yang kuat dan kebiasaan individu dalam menghadapi

lingkungan kerja berisiko dapat menjadi faktor yang tidak memengaruhi hubungan antara kebisingan dan penggunaan APD. Meskipun lingkungan kerja mungkin berisik, kesadaran akan pentingnya keselamatan, budaya yang mendukung keselamatan, dan kebiasaan individu yang memprioritaskan penggunaan APD dapat tetap dipertahankan, yang pada gilirannya dapat meningkatkan kepatuhan penggunaan APD tanpa memperhatikan tingkat kebisingan.^{20,21}

Selain itu, respon individu terhadap kebisingan dapat bervariasi, tergantung pada faktor-faktor seperti tingkat sensitivitas terhadap suara, preferensi pribadi, dan tingkat kesadaran akan risiko yang terkait dengan kebisingan. Beberapa karyawan mungkin merasa nyaman atau terbiasa dengan lingkungan berisik dan tidak merasa perlu menggunakan APD.

4. Hubungan Pengetahuan Pekerja dengan Perilaku Penggunaan APD

Berdasarkan uji statistik menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara pengetahuan karyawan tentang penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) dengan perilaku penggunaannya. Data menunjukkan bahwa 45,3% karyawan memiliki pengetahuan yang memadai tentang APD, sedangkan 54,7% karyawan memiliki pengetahuan yang kurang memadai. Hal ini sejalan dengan penelitian Livia bahwa Tidak ada hubungan antara pengetahuan ($p=0,17$), sikap ($p=0,84$), pendapatan ($p=0,27$), lingkungan ($p=0,61$), pendidikan ($p=1,00$) dengan perilaku penggunaan alat pelindung diri di PT Sarandi Karya Nugraha Sukabumi.²²

Kendati demikian, hasil tersebut menunjukkan beberapa implikasi yang perlu dipertimbangkan. Pertama, pengetahuan yang memadai tentang APD tidak selalu mencerminkan perilaku penggunaan yang patuh. Meskipun sebagian besar karyawan memiliki pemahaman yang baik tentang APD, masih ada kemungkinan bahwa mereka tidak mengaplikasikan pengetahuan tersebut dalam praktik sehari-hari saat menggunakan APD di tempat kerja. Ini mungkin disebabkan oleh faktor-faktor seperti rendahnya kesadaran akan risiko di lingkungan kerja, kurangnya motivasi untuk mematuhi kebijakan, atau kesulitan dalam mengakses APD yang sesuai. Kedua, hasil ini menegaskan bahwa pentingnya sikap

dan kebiasaan dalam membentuk perilaku penggunaan APD. Meskipun karyawan memiliki pengetahuan yang memadai, tanpa sikap yang positif dan kebiasaan yang baik dalam menggunakan APD, kepatuhan mereka dapat terhambat. Oleh karena itu, selain memberikan pelatihan tentang APD, perusahaan juga perlu memperhatikan pembentukan sikap yang positif dan menciptakan budaya yang mendukung kepatuhan dalam penggunaan APD.^{23,24}

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan hubungan signifikan antara pengawasan terhadap penggunaan APD ($P\text{-value} = 0,000$) dengan pengawasan yang tidak optimal oleh perusahaan (65,3%), dan kepatuhan yang rendah (32,6% tidak menggunakan APD). Hubungan yang signifikan juga ditemukan antara kebijakan APD dan perilaku penggunaannya ($P\text{-value} = 0,016$), dengan hanya 48,4% perusahaan memiliki kebijakan yang jelas, mungkin menyebabkan rendahnya kepatuhan. Meskipun tidak signifikan, pengetahuan yang tinggi tentang APD (72,4% karyawan) meningkatkan kesadaran dan kepatuhan, sementara tingkat kebisingan rendah (2,1% karyawan bekerja dalam lingkungan berkebisingan tinggi) menurunkan kepatuhan dalam menggunakan APD.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih hal ini terutama Ketua Jurusan Kesehatan Lingkungan, Direktur PT X dan HSE PT.X.

DAFTAR PUSTAKA

1. OMS. *Personal Protective Equipment - Laboratory Biosafety Manual, Fourth Edition and Associated Monographs*; 2020.
2. Gumelar F, Ardyanto D. Hubungan Kepatuhan Dan Pengetahuan Tentang Apd Dengan Safety Talk Di Unit Maintenance Perusahaan Semen. *J Public Heal Res Community Heal Dev*. 2019;1(2):155. doi:10.20473/jphrecode.v1i2.16247
3. Misch M. Safety Leadership: The Supervisor's Role. *Iron Steel Technol*. 2015;12(4):44-45.
4. Reindrawati DY. Improving The Discipline Of Employees In The

- Hospitality Industry (Study In A Five-Star Hotel, Surabaya). *J Manag Accounting, Econ Bus.* 2021;02(01):142-150.
5. Solekhah SA. Faktor Perilaku Kepatuhan Penggunaan Alat Pelindung Diri Pada Pekerja di Seksi Machining Crank Shaft Dan Seksi Painting Plastik Berdasarkan Observasi Bang Zero Observation Program (B-Zop). *J Penelit Kesehat.* 2020;18(2):12-15.
doi:10.35882/jpk.v18i2.4
 6. Novianto ND. Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) Pada Pekerja Pengecoran Logam Pt. Sinar Semesta (Studi Kasus Tentang Perilaku Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) Ditinjau Dari Pengetahuan Terhadap Potensi Bahaya dan Resiko Kecelakaan Kerja Pada Pekerja Pengecoran L. *J Kesehat Masy.* 2015;3(1):2356-3346. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkm>
 7. Kementerian Kesehatan. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023. *Kemenkes Republik Indones.* 2023;151(2):Hal 10-17.
 8. Iqbal M, Nisha R DC. Keluhan Gangguan Pendengaran Pada Pekerja Konstruksi Bangunan Gedung. *J Ris Kesehat Poltekkes Depkes Bandung.* 2022;14(1):16-22.
doi:10.34011/juriskesbdg.v14i1.2037
 9. Ibrahim H, Basri S, Hamzah Z. Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Keluhan Gangguan Pendengaran pada Tenaga Kerja Bagian Produksi PT. Japfa Comfeed Indonesia, Tbk. Unit Makassar Tahun 2014. *Al-Sihah Public Heal Sci J.* Published online 2016.
 10. Indragiri S. Hubungan Pengawasan dan Kelengkapan Alat Pelindung Diri dengan Tingkat Kepatuhan Penggunaan Alat Pelindung Diri. *J Kesehat.* 2019;10(1):5-11.
 11. Kartikasari S, Suwika T. Jurnal kesehatan. *J Kesehat.* 2021;20(1):41-50.
file:///C:/Users/siti
asyiah/Downloads/4173-13734-2-PB.pdf
 12. Rafindadi AD, Napiah M, Othman I, Alarifi H, Musa U, Muhammad M. Significant factors that influence the use and non-use of personal protective equipment (PPE) on construction sites—Supervisors' perspective. *Ain Shams Eng J.* 2022;13(3):101619.
 13. Karimah K. Pengaruh Sikap Kerja dan Peran Pengawas Terhadap Perilaku Keselamatan. *Psikoborneo J Ilm Psikol.* 2017;5(2):165-172.
doi:10.30872/psikoborneo.v5i2.4357
 14. Wiener S. Occupational Safety And Health Issues In Ghana: Strategies For Improving Employee Safety And Health At Workplace. *Int J Bus Manag Rev.* 2015;1(8):41.
 15. Nugroho A, Widjasena B, Kurniawan B, Masyarakat FK, Diponegoro U. Tinjauan Proses Penetapan Dan Implementasi Kebijakan. 2019;7:323-330.
 16. Utami TN, Sillehu S. Compliance of the Use of Personal Protective Equipment for Workers. In: *5th Universitas Ahmad Dahlan Public Health Conference (UPHEC 2019)*. Atlantis Press; 2020:128-131.
 17. Andriyanto MR. Hubungan Predisposing Factor Dengan Perilaku Penggunaan Apd. *Indones J Occup Saf Heal.* 2017;6(1):37.
doi:10.20473/ijosh.v6i1.2017.37-47
 18. Lestari AS, Fajar NA, Windusari Y, Novrikasari. Literature Review: Kepatuhan Pekerja Terhadap Kebijakan Pemakaian Alat Pelindung Diri (APD) untuk Pencegahan Penyakit Akibat Kerja. *Heal Inf J Penelit.* 2023;15(3)(3):1-7.
 19. Lot Tanko B, Chien Ting L, Ebhohimen Idiake J. International Journal of Real Estate Studies INTREST Compliance with the Use of Personal Protective Equipment (PPE) on Construction Sites in Johor, Malaysia. *Int J Real Estate Stud.* 2020;1(2015):123-138.
www.utm.my/intrest
 20. van Nunen K, Li J, Reniers G, Ponnet K. Bibliometric analysis of safety culture research. *Saf Sci.* 2018;108:248-258.
doi:10.1016/j.ssci.2017.08.011
 21. Setiono BA, Andjarwati T. *Budaya Keselamatan, Kepemimpinan Keselamatan, Pelatihan Keselamatan,*

Iklim Keselamatan Dan Kinerja. Zifatama Jawa; 2019.

22. Rachman LA, Yulianto FA, Djojosugito MA, Andarini MY, Djajakusumah TS. Hubungan Pengetahuan dan Sikap terhadap Perilaku Penggunaan Alat Pelindung Diri di PT Sarandi Karya Nugraha Sukabumi. *J Integr Kesehat Sains*. 2020;2(2):155-160. doi:10.29313/jiks.v2i2.4341
23. Bepari M, Narkhede BE, Raut RD. A comparative study of project risk management with risk breakdown structure (RBS): a case of commercial construction in India. *Int J Constr Manag*. 2022;0(0):1-10. doi:10.1080/15623599.2022.2124657
24. Susanty A, Baskoro SW. Pengaruh Motivasi Kerja Dan Gaya Kepemimpinan Terhadap Disiplin Kerja Serta Dampaknya Pada Kinerja Karyawan (Studi Kasus Pada Pt. Pln (Persero) Apd Semarang). *J@Ti Undip J Tek Ind*. 2013;7(2):77-84. doi:10.12777/jati.7.2.77-84

Hubungan Kepatuhan Penggunaan Alat Pelindung Diri dan Perilaku Keselamatan Kesehatan Kerja dengan Kinerja Karyawan

The Relationship between Compliance with the Use of Personal Protective Equipment and Occupational Health Safety Behavior on Employee Performance

Erika¹, Edison Sembiring Cholia², Soehatman Ramli³, Sugiarto⁴

^{1,2,3}Program Studi Magister Manajemen, Peminatan Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja dan Lingkungan, Universitas Sahid Jakarta, Jakarta, Indonesia

⁴ Program Studi Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Bhamada, Tegal, Indonesia

Corresponding Author: erikaafan@gmail.com

ABSTRAK

Pentingnya penerapan program keselamatan dan kesehatan kerja (K3) yang jadi salah satu hak asas merupakan salah satu usaha didalam peningkatan kinerja karyawan. Menurut data kecelakaan kerja PT. Enam Prakarsajaya Mandiri 2021-2022 terdapat kenaikan kecelakaan kerja. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan kepatuhan penggunaan alat pelindung diri (APD) dan perilaku K3 terhadap kinerja karyawan di PT. Enam Prakarsajaya Mandiri. Desain penelitian yang digunakan adalah observasional analitik dengan menggunakan pendekatan cross-sectional. Penelitian ini menggunakan data primer yang diperoleh melalui wawancara dan pengisian kuesioner terhadap 123 karyawan tetap dan tidak tetap di PT. Enam Prakarsajaya Mandiri yang dipilih melalui metode *purposive sampling* dengan menggunakan SPSS 25 untuk mengukur kepatuhan penggunaan APD, Perilaku K3, dan Kinerja karyawan di perusahaan secara kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan perilaku K3 dan kepatuhan penggunaan APD terhadap kinerja karyawan ($r = 0.747$). Penelitian ini akan menjadi masukan bagi PT. Enam Prakarsajaya Mandiri untuk terus berkomitmen meningkatkan pelatihan K3 dan kualitas fasilitas untuk mencapai perilaku K3 dan kepatuhan penggunaan APD yang baik. Karena perilaku K3 dan kepatuhan penggunaan APD yang baik yang tinggi akan meningkatkan kinerja karyawan merupakan tiket menuju kesuksesan semua usaha.

Kata Kunci : Alat Pelindung Diri, APD, Keselamatan Kesehatan Kerja, K3, Kinerja Karyawan

ABSTRACT

The importance of implementing the Occupational Health Safety (OHS) program, which is one of the basic rights, is one of the efforts to improve employee performance. According to work accident data from PT. Enam Prakarsajaya Mandiri 2021-2022 there's an increase in work accidents. This research aims to analyze the relationship between compliance with the use of Personal Protective Equipment (PPE) and OHS behavior on employee performance at PT. Enam Independent Prakarsajaya. The research design used was analytical observational using a cross-sectional approach. This research uses primary data obtained through interviews and filling out questionnaires for 123 permanent and non-permanent employees at PT. Enam Prakarsajaya Mandiri were selected through a purposive sampling method using SPSS 25 to quantitatively measure compliance with the use of PPE, OHS behavior and employee performance in the company. The research results show that there is a relationship between OHS behavior and compliance with the use of PPE on employee performance ($r = 0.747$). This research will be input for PT. Enam Prakarsajaya Mandiri continues to be committed to improving OHS training and facility quality to achieve good OHS behavior and compliance with the use of PPE. Because high levels of OHS behavior and compliance with the use of good PPE will improve employee performance, which is the ticket to the success of all businesses.

Keywords: Personal Protective Equipment, PPE, Occupational Health Safety, OHS, Employee

Performance

PENDAHULUAN

Keberhasilan dari suatu organisasi atau perusahaan diperankan oleh sumber daya manusia yang ada, sebab manusia ialah aset hidup yang penting untuk terus dipelihara dan dikembangkan.¹ Oleh karenanya, perusahaan harus memberikan perhatian yang khusus pada karyawan.² Manajemen yang mempunyai kemampuan dalam hal pengelolaan sumber daya dengan sistematis, terstruktur dan juga efisien, inilah yang diperlukan dalam pengelolaan sumber daya manusia.³ Salah satu perihai yang wajib menjadi kepedulian penting untuk administrator sumber daya manusia yakni sistem keamanan serta kesehatan kerja.⁴

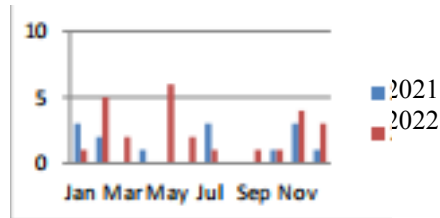
Pada tahun 2018, *International Labor Organization* (ILO) mengemukakan bahwa tingkat kecelakaan kerja dan bahaya lainnya bagi keselamatan dan kesehatan pekerja di tempat kerja di Indonesia (K3) tetap tinggi. Khususnya, pekerja konstruksi terus berlebihan di antara mereka yang mendapat manfaat dari kecelakaan di tempat kerja, yang dilaporkan terdapat sekitar 6000 kasus kecelakaan kerja yang terjadi di Indonesia, dimana 20 korban diantaranya fatal pada setiap 100.000 tenaga kerja akibat kecelakaan kerja.⁵ ILO mengkalkulasi, Kecelakaan di tempat kerja dapat mengorbankan negara-negara berkembang seperti Indonesia hingga 4 persen dari produk nasional bruto (PNB) setiap tahunnya.⁶ Pada tahun 2018 ILO menyampaikan, Kecelakaan kerja yang terdapat di Indonesia berada pada deretan paling tinggi, ialah urutan ke 152 dari 153 negeri yang sudah dilakukan penelitian.⁷ Berdasarkan data Badan Penyelenggara Jaminan Sosial (BPJS) Ketenagakerjaan, jumlah kecelakaan kerja di Indonesia sebesar 234. 270 kasus pada 2021. Pada tahun sebelumnya terdapat 221.740 kasus, terjadi kenaikan sebanyak 5,65%. Sepanjang 5 tahun terakhir, jumlah permasalahan kecelakaan kegiatan di Indonesia lalu berkembang. Semenjak tahun 2017, sebanyak 123.040 kasus jumlah kecelakaan kerja tercatat. Jumlahnya mengalami peningkatan sebanyak 40,94% jadi 173. 415 kasus pada 2018.⁸

Dalam UU Nomor. 1 tahun 1970 mengenai Keselamatan Kerja, diresmikan syarat- syarat keamanan kerja yang wajib dipenuhi oleh tiap orang ataupun instansi yang melaksanakan

upaya, baik resmi ataupun informal, dimanapun terletak dalam usaha membagikan proteksi keamanan serta kesehatan seluruh orang yang terletak di area usahanya.⁹ Salah satu program K3 di industri merupakan dengan penyediaan Alat Pelindung Diri. Bersumber pada UU Nomor. 1 tahun 1970 pasal 14(c) mengenai Keselamatan Kerja, pengelola ataupun wiraswasta harus sediakan APD dengan cara bebas kepada pekerjanya serta orang lain yang merambah tempat kegiatan.¹⁰ Pada UU Nomor. 1 Tahun 1970 pasal 3 mengenai Keselamatan Kerja dituturkan syarat- syarat keamanan kerja salah satunya berikan alat- alat proteksi diri pada para pekerja. Kepatuhan penggunaan APD ini juga tergantung dari bagaimana persepsi dari setiap karyawan terhadap kesehatan dan keselamatan kerja yang mereka miliki. Siti Al Fajar & Tri Heru (2015:102) menjelaskan bahwa keselamatan juga kesehatan karyawan akan mendeskripsikan psikologis fisik serta psikologis daya kerja yang jadi dampak dari kawasan kegiatan industri, pada saat suatu industri membuat tindakan keamanan serta kesehatan kerja yang efisien, hingga para pengidap cedera atau penyakit yang berjangka pendek ataupun panjang akan terus menjadi menyusut serta menurun.¹¹

PT. Enam Prakarsajaya Mandiri adalah sebuah perusahaan yang bergerak pada pelayanan jasa konsultasi Teknis yang didirikan secara resmi pada tahun 2009 oleh para profesional yang berpengalaman dalam bidang Layanan Jasa *Project Manajemen Services* (*Engineering, Procurement, Construction* (EPC)), *Construction Management dan Quantity Surveying* selama lebih dari 20 tahun.¹² Menurut data diagram batang kecelakaan kerja Tahun 2022 PT. Enam Prakarsajaya Mandiri terdapat kenaikan kecelakaan kerja dibandingkan tahun 2021. Dalam menjalankan kegiatan sehari-hari PT. Enam Prakarsajaya Mandiri memiliki beberapa kendala, kendala perusahaan ini dikarenakan penyediaan alat pelindung diri kurang maksimal sehingga efektivitas agar tidak terjadinya kecelakaan adalah kecil, dan dapat membawa risiko bahaya.¹³ Ketika bekerja, maka faktor keamanan dan kenyamanan adalah hal yang berdampak terhadap produktivitas karyawan.¹⁴ Pengetahuan dari para karyawan terkait perilaku keselamatan serta kesehatan

kerja serta pemanfaatan alat pelindung diri dapat berdampak pada terjadinya kecelakaan kerja yang biasanya diakibatkan oleh sebab kelalaian manusia (*human error*). Tidak hanya pada pandangan kompetensi dari para eksekutif namun juga pada pelaksana K3 tersebut.¹⁵ maka dari masalah ini menyebabkan kinerja PT. Enam Prakarsajaya Mandiri menjadi kurang efektif dan efisien.¹⁶



Gambar 1. Kecelakaan kerja di PT. ENAM PRAKARSAJAYA MANDIRI tahun 2021-2022

Keselamatan dan kesehatan kerja dari para karyawannya ialah tanggung jawab dari tiap-tiap industri, dalam perihal ini, keamanan serta kesehatan kegiatan ini akan membagikan dampak dan akibat yang langsung kepada para karyawan dalam pekerjaan yang dilakukannya.¹⁷ Hal ini juga dapat diartikan dengan memberikan fasilitas kepada karyawannya dan juga peraturan yang diperlukan dalam tingkatan aplikasi keamanan serta kesehatan kerja.¹⁸

Dengan begitu, dapat disimpulkan jika keamanan serta kesehatan kerja mempunyai partisipasi kepada kemampuan dari pegawai, perihal ini terjalin oleh sebab keamanan serta kesehatan kerja mempunyai perhatian utama pada lingkungan kerja dan hal ini dapat mempengaruhi hasil kerja dari para karyawan. Dengan jaminan yang diberikan oleh perusahaan seperti keamanan serta kesehatan kegiatan, hingga diharapkan kemampuan dari para pegawai juga akan berjalan dengan bagus sesuai yang diharapkan industri.

Sedarmayanti (2016:260) mengemukakan bahwa kinerja pegawai merupakan hasil kerja yang dapat dilihat dengan berdasarkan pada kualitas dan kuantitas para pegawai dalam pelaksanaan tugas tanggung jawabnya sesuai dengan yang diberikan kepada pegawai tersebut.¹⁹ ketika K3 ini dapat berjalan dengan bagus, maka tingkatan kecelakaan pada dikala bertugas juga akan menurun serta kemampuan karyawan akan meningkat.²⁰ Berdasarkan latar belakang di atas, maka tujuan penelitian ini

adalah untuk mengetahui hubungan kepatuhan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) dan Perilaku Keselamatan Kesehatan Kerja (K3) terhadap kinerja karyawan PT. Enam Prakarsajaya Mandiri.

METODE PENELITIAN

Penelitian kuantitatif yang menjadi metode penelitian yang dilakukan ini dengan konsep observasional analitik memakai *cross-sectional*. Studi ini dilakukan di PT. Enam Prakarsajaya Mandiri, Jl. Jombang Raya No. 89 Bintaro Sektor 9 Ruko No. 33, Tangerang Selatan. Studi ini dilaksanakan pada bulan Maret 2023 sampai selesai. Sampel yang diambil dari sebagian pekerja bagian pembangunan di PT. Enam Prakarsajaya Mandiri berjumlah 123 orang.

Sampel akan dipilih dengan menggunakan teknik penentuan sampel *nonprobability sampling* dengan *teknik convenience sampling*. Ketentuan - ketentuan yang ditetapkan guna responden antara lain yaitu: 1) Bekerja pada bagian pembangunan di PT. Enam Prakarsajaya Mandiri yaitu pegawai tetap dan tidak tetap (pegawai kontrak). 2) Tidak dalam keadaan sakit. 3) Bersedia menjadi subjek penelitian. 4) Responden berusia 21 - 50 tahun.

Data primer dan data sekunder merupakan sumber data penelitian yang digunakan. Data primer diperoleh dari hasil wawancara dengan pihak Manajemen PT. Enam Prakarsajaya Mandiri dan juga hasil pengisian kuesioner oleh pekerja bagian pembangunan di PT. Enam Prakarsajaya Mandiri. Data sekunder ialah informasi yang akan didapat dari industri. Yang tercantum data dalam merupakan informasi yang berawal dari manajemen industri, seperti data profil perusahaan, jumlah pegawai dan data jenis pelayanan. Sebaliknya informasi eksternal dapat berbentuk informasi yang diterbitkan dengan cara umum seperti buku, majalah, internet, koran dan lain lain.

Metode pengumpulan informasi yang dipakai dalam riset ini merupakan kuesioner, wawancara, studi literatur, serta pemantauan. Uji keabsahan dicoba dengan jumlah responden sebanyak 30 sampel responden yaitu 0, 177 pada selang keyakinan 95% ($\alpha=0.05$) dan didapatkan 11 pertanyaan yang dinyatakan *valid*. Pengujian reliabilitas kuesioner ini diambil secara *nonprobability sampling* di PT. Enam Prakarsajaya MANDIRI dan dianalisis

menggunakan SPSS versi 25.00. Kuesioner kepatuhan penggunaan APD didapatkan Cronbach's Alpha sebesar 0.831. Kuesioner perilaku K3 didapatkan Cronbach's Alpha sebesar 0.614. Kuesioner kinerja karyawan didapatkan Cronbach's Alpha sebesar 0.913. Sehingga untuk seluruh kuesioner dinyatakan *reliabel*.

Adapun dalam menganalisis data, akan digunakan teknik analisis data secara kuantitatif dengan pendekatan statistik yaitu Statistik Deskriptif. Untuk menganalisis karakteristik dari para responden dan juga menilai opini dari tiap- tiap responden kepada variabel yang digunakan, maka akan digunakan analisis deskriptif.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

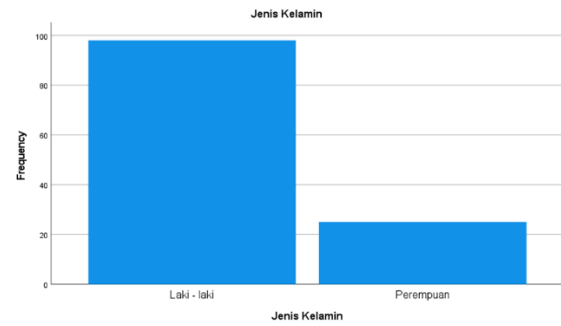
Analisis Deskriptif Responden Karakteristik Responden berdasarkan Jenis Kelamin

Bersumber pada hasil pengolahan data kuesioner dikenal jika sebagian besar karyawan di bagian pembangunan PT. Enam Prakarsajaya Mandiri adalah perempuan yaitu sebesar 20,3% dan laki- laki sebesar 79,7%. Hal ini diputuskan berdasarkan hasil wawancara peneliti dengan salah satu sumber, dimana kedua orang tersebut tidak mempunyai keterlibatan langsung dengan produk dan jasa perusahaan yaitu untuk hanya pengurusan administrasi internal non teknik. Dengan demikian peneliti tidak mengalokasikan pembagian kuesioner kepada kedua orang tersebut. Maka khusus untuk penelitian ini, 100% responden adalah laki-laki. Karakteristik responden karyawan bagian pembangunan PT. Enam Prakarsajaya Mandiri berdasarkan jenis kelamin dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 2.

Tabel 1. Karakteristik Responden karyawan bagian pembangunan PT. ENAM PRAKARSAJAYA MANDIRI berdasarkan Jenis Kelamin

Jenis Kelamin	Frekuensi	Persentase
Laki-laki	98	79.7%
Perempuan	25	20.3%
Total	123	100.%

Sumber: Data kuesioner yang diolah (2023)



Gambar 2. Diagram Karakteristik Responden Berdasarkan Jenis Kelamin

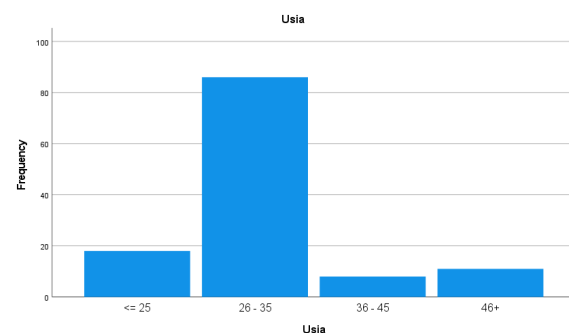
Karakteristik Responden berdasarkan Usia

Penelitian ini memberikan batasan usia responden, berdasarkan usia minimal pegawai yang dapat bekerja di perusahaan tersebut yaitu minimal 19 tahun sampai dengan usia sebelum masa pensiun yaitu usia dibawah 55 tahun.

Tabel 2. Karakteristik Responden karyawan bagian pembangunan PT. ENAM PRAKARSAJAYA MANDIRI berdasarkan Usia

Usia	Frekuensi	Persentase
≤ 25	18	14.6%
26 - 35	86	69.9%
36 - 45	8	6.5%
46+	11	8.9%
Total	123	100%

Sumber: Data kuesioner yang diolah (2023)



Gambar 3. Diagram Karakteristik Responden Berdasarkan Usia

Karakteristik Responden berdasarkan Pendidikan Terakhir

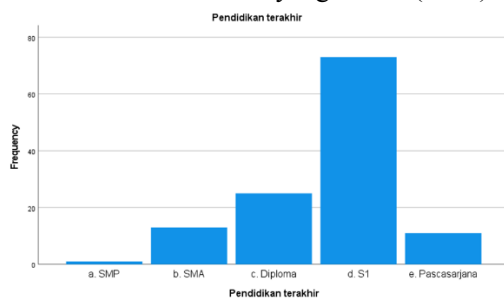
Karakter responden yang ditinjau berikutnya yaitu pendidikan terakhir. Karyawan PT. Enam Prakarsajaya Mandiri memiliki latar pendidikan terakhir yang beragam. Salah satu aspek yangengaruhi cara pengumpulan ketetapan diharapkan dapat

ditentukan oleh tingkat pendidikannya. Tingkat pendidikan sangat mempengaruhi seseorang dalam berfikir, memandang, berpersepsi dan memandang suatu hal atau permasalahan. Tingkat pendidikannya bahkan mempengaruhi seseorang dalam memutuskan jalan keluar suatu permasalahan. Seseorang yang mempunyai tingkat pendidikan yang semakin tinggi, maka semakin tanggap pula orang itu dalam menghadapi informasi atau permasalahan. Semakin besar informasi yang diterimanya, maka semakin besar pula pengaruhnya dalam hal pemilihan produk atau jasa yang terbaik menurutnya.

Tabel 3. Karakteristik Responden karyawan bagian pembangunan PT. Enam Prakarsajaya Mandiri berdasarkan Pendidikan Terakhir

Pendidikan Terakhir	Frekuensi	Persentase
SMP	1	0.8%
SMA	13	10.6%
Diploma	25	20.3%
Sarjana 1	73	59.3%
Pascasarjana	11	8.9%
Total	123	100.0%

Sumber: Data kuesioner yang diolah (2023)



Gambar 4. Diagram Karakteristik Responden Berdasarkan Pendidikan Terakhir

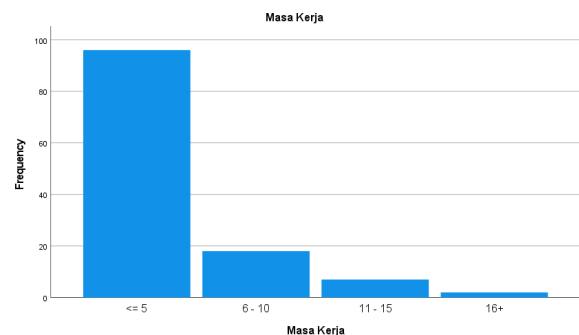
Karakteristik Responden berdasarkan Masa Kerja

Berdasarkan tabel mayoritas karyawan PT. Enam Prakarsajaya Mandiri telah bekerja selama kurang dari sama dengan 5 tahun dengan 78 persen. Lalu karyawan dengan masa kerja 6-10 tahun dengan persentase 14,6 persen, masa kerja 11-15 tahun dengan persentase 5,7 persen, dan yang terakhir karyawan dengan masa kerja lebih dari sama dengan 16 tahun yaitu dengan persentase sebesar 1,6 persen.

Tabel 4. Karakteristik Responden karyawan bagian pembangunan PT. Enam Prakarsajaya Mandiri berdasarkan Masa Kerja

Masa Kerja	Frekuensi	Persentase
≤ 5	96	78.0
6 - 10	18	14.6
11 - 15	7	5.7
16+	2	1.6
Total	123	100.0%

Sumber: Data kuesioner yang diolah (2023)



Gambar 5. Diagram Karakteristik Responden Berdasarkan Masa Kerja

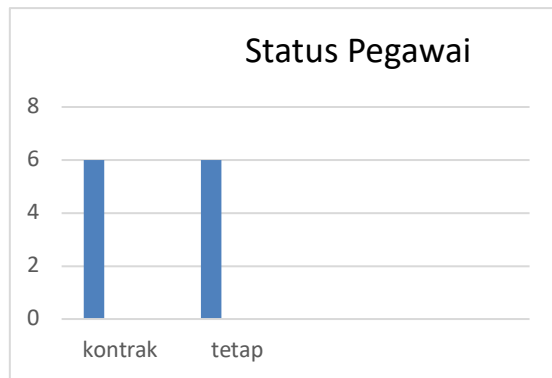
Karakteristik Responden berdasarkan Status Pegawai

Penelitian ini memberikan informasi perihal status pegawai di department tersebut sehingga diharapkan bahwa mereka memahami kuesioner yang disebar, dan memberikan tanggapan yang lebih objektif terkait dengan kinerja karyawan, kepatuhan penggunaan APD, dan perilaku K3 yang telah diberikan perusahaan.

Tabel 5. Karakteristik Responden karyawan bagian pembangunan PT. Enam Prakarsajaya Mandiri berdasarkan Status Pegawai

Status Pegawai	Frekuensi	Persentase
Kontrak	62	50,4%
Tetap	61	49,5%
Total	123	100.0%

Sumber: Data kuesioner yang diolah (2023)



Gambar 6. Diagram Karakteristik Responden Berdasarkan Status Pegawai

Analisis Pengaruh Kepatuhan Penggunaan APD dan Perilaku Keselamatan Kesehatan Kerja

Tabel 8. Uji korelasi Spearman Kepatuhan Kepatuhan Penggunaan APD dengan Perilaku Keselamatan Kesehatan Kerja

	n	P-value	R
kepatuhan penggunaan APD- Perilaku Keselamatan Kesehatan Kerja	123	0,037	0,188

Sumber: Data kuesioner yang diolah (2023)

Berdasarkan tabel 8 nilai korelasi (0.188) menunjukkan bahwa terdapat korelasi positif lemah antara variabel kepatuhan penggunaan APD (X1) dan Perilaku K3 (X2). Nilai p-value (0.037) berada di bawah ambang batas signifikansi 0.05, sehingga korelasi ini dianggap signifikan pada tingkat signifikansi 0.05.

Korelasi antara Kinerja (Y) dan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) memiliki korelasi positif yang kuat (0.681**). Ini mengindikasikan bahwa organisasi atau individu yang lebih peduli terhadap keselamatan dan kesehatan kerja cenderung memiliki kinerja yang lebih baik. Mungkin adanya budaya kerja yang aman dan sehat dapat berkontribusi positif terhadap efektivitas dan efisiensi kerja.

Analisis Pengaruh Kepatuhan Penggunaan APD dan Kinerja Karyawan

Tabel 9. Uji korelasi Spearman kepatuhan Kepatuhan Penggunaan APD dan Kinerja Karyawan

	n	P-value	R
Kepatuhan Penggunaan APD dan Kinerja Karyawan	123	0,000	0,430

Sumber: Data kuesioner yang diolah (2023)

Berdasarkan tabel 9 didapatkan nilai korelasi (0.430) menunjukkan bahwa terdapat korelasi positif moderat antara variabel Kinerja (Y) dan Kepatuhan penggunaan APD (X1). Nilai p-value yang sangat rendah (0.000) menunjukkan bahwa korelasi ini signifikan secara statistik pada tingkat signifikansi 0.01.

Korelasi antara Kinerja (Y) dan Kepatuhan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) memiliki korelasi positif yang moderat (0.430**). Ini menunjukkan bahwa penggunaan Alat Pelindung Diri yang tepat dan konsisten dapat memiliki dampak positif pada kinerja individu atau organisasi. Ketika APD digunakan dengan benar, maka hal ini dapat mendukung peningkatan kinerja.

Analisis Pengaruh Perilaku K3 dengan Kinerja Karyawan

Tabel 10. Uji korelasi Spearman kepatuhan Perilaku K3 dengan Kinerja Karyawan

	n	P-value	R
Perilaku K3 dan Kinerja Karyawan	123	0,000	0,681

Sumber: Data kuesioner yang diolah (2023)

Berdasarkan tabel 10 nilai korelasi (0.681) menunjukkan bahwa terdapat korelasi positif kuat antara variabel Kinerja (Y) dan Perilaku K3 (X2). Nilai p-value yang sangat rendah (0.000) menunjukkan bahwa korelasi ini signifikan secara statistik pada tingkat signifikansi 0.01.

Korelasi antara Kinerja (Y) dan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) memiliki korelasi positif yang kuat (0.681**). Ini mengindikasikan bahwa organisasi atau individu yang lebih peduli terhadap keselamatan dan kesehatan kerja cenderung memiliki kinerja yang lebih baik. Mungkin adanya budaya kerja yang aman dan sehat dapat berkontribusi positif terhadap efektivitas dan efisiensi kerja.

Analisis regresi variabel Perilaku K3 (X2) dan Kepatuhan penggunaan APD (X1) terhadap variabel Kinerja (Y).

Tabel 11. Analisa Regresi

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted Square	R Std. Error of the Estimate
1	.747 ^a	.558	.550	.29656

a. Predictors: (Constant), K3 (X2), APD (X1)

b. Dependent Variable: Kinerja (Y)

Sumber: Data kuesioner yang diolah (2023)

Tabel di atas merupakan hasil analisis regresi yang membahas bagaimana variabel-variabel K3 (X2) dan APD (X1) mempengaruhi variabel Kinerja (Y). Berikut penjelasan mengenai tabel tsb. :

- R (Pearson Correlation): Nilai 0.747

menunjukkan korelasi antara variabel Kinerja (Y) dengan prediktor K3 (X2) dan APD (X1).

- R Square (R^2): Nilai 0.558 menunjukkan bahwa sekitar 55.8% variasi dalam variabel Kinerja (Y) dapat dijelaskan oleh kombinasi K3 (X2) dan APD (X1).

- Adjusted R Square: Nilai 0.550 adalah R Square yang disesuaikan dengan jumlah prediktor dan jumlah sampel. Ini mengindikasikan bahwa sekitar 55% variasi dalam Kinerja (Y) dapat dijelaskan oleh model ini setelah mempertimbangkan kompleksitas model.

- Std. Error of the Estimate: Nilai 0.29656 adalah perkiraan kesalahan standar dari prediksi model terhadap variabel Kinerja (Y).

Uji ANOVA

Tabel 12. Uji ANOVA

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	13.314	2	6.657	75.697	.000 ^b
	Residual	10.554	120	.088		
	Total	23.868	122			

a. Dependent Variable: Kinerja (Y)

b. Predictors: (Constant), K3 (X2), APD (X1)

Sumber: Data kuesioner yang diolah (2023)

Berdasarkan tabel di atas didapatkan model Regression Sum of Squares merupakan 13.314 adalah jumlah variasi dalam Kinerja (Y) yang dijelaskan oleh model regresi. Residual Sum of Squares merupakan 10.554 adalah jumlah variasi dalam Kinerja (Y) yang tidak dijelaskan oleh model, dan dikenal sebagai residual (sis). Total Sum of Squares bernilai 23.868 adalah total variasi dalam Kinerja (Y) di seluruh data. F-statistic dengan nilai 75.697

adalah uji statistik F untuk melihat apakah model regresi secara keseluruhan memiliki dampak yang signifikan pada Kinerja (Y). Sig. bernilai 0.000 adalah nilai p-value yang sangat rendah, menunjukkan bahwa model regresi secara keseluruhan signifikan secara statistik dalam mempengaruhi Kinerja (Y).

Uji Koefisien

Tabel 13. Uji Koefisien

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta	T		Tolerance	VIF
1	(Constant)	3.289	.173		18.962	.000		
	APD (X1)	.085	.017	.313	5.063	.000	.965	1.037
	K3 (X2)	.394	.039	.622	10.060	.000	.965	1.037

a. Dependent Variable: Kinerja (Y)

Sumber: Data kuesioner yang diolah (2023)

- Koefisien untuk Intercept (Constant): Nilai 3.289 adalah perkiraan Kinerja (Y) ketika nilai K3 (X2) dan APD (X1) adalah 0.
- Koefisien untuk APD (X1): Nilai 0.085 menunjukkan bahwa ketika APD (X1) meningkat satu satuan, Kinerja (Y) meningkat sekitar 0.085 unit, dengan mempertahankan K3 (X2) konstan.
- Koefisien untuk K3 (X2): Nilai 0.394 menunjukkan bahwa ketika K3 (X2) meningkat satu satuan, Kinerja (Y) meningkat sekitar 0.394 unit, dengan mempertahankan APD (X1) konstan.
- Sig.: Nilai 0.000 untuk kedua koefisien menunjukkan bahwa kedua variabel prediktor (APD dan K3) memiliki dampak yang signifikan secara statistik terhadap Kinerja (Y).
- Collinearity Statistics: Nilai Tolerance dan VIF menunjukkan bahwa tidak ada masalah multikolinearitas antara prediktor (APD dan K3) dalam model.

Kesimpulannya, hasil analisis ini menunjukkan bahwa model regresi dengan K3 (X2) dan APD (X1) sebagai prediktor memiliki dampak yang signifikan pada variabel Kinerja (Y). Variabel K3 (X2) dan APD (X1) secara bersama-sama menjelaskan sekitar 55.8% variasi dalam Kinerja (Y). Lebih lanjut, kedua variabel prediktor tersebut memiliki pengaruh yang signifikan secara individu terhadap Kinerja (Y).

Dari output di atas, terlihat bahwa memiliki koefisien (coefficients) untuk variabel prediktor, yaitu APD (X1) dan K3 (X2), serta nilai-nilai yang berkaitan.

Uji Hipotesis untuk APD (X1)

- H0 (Hipotesis Nol): Koefisien APD (X1) = 0 (Tidak ada pengaruh APD terhadap Kinerja)
- Ha (Hipotesis Alternatif): Koefisien APD (X1) \neq 0 (Ada pengaruh APD terhadap Kinerja)
- Nilai t: 5.063
- Nilai Sig.: 0.000 (sangat rendah)

Karena nilai p-value (Sig.) sangat rendah (kurang dari tingkat signifikansi apapun seperti 0.01 atau 0.05), kita memiliki cukup bukti untuk menolak hipotesis nol. Ini berarti ada bukti yang cukup untuk menyatakan bahwa variabel APD (X1) memiliki pengaruh yang signifikan terhadap variabel Kinerja (Y).

Uji Hipotesis untuk K3 (X2)

- H0 (Hipotesis Nol): Koefisien K3 (X2) = 0

(Tidak ada pengaruh K3 terhadap Kinerja)

- Ha (Hipotesis Alternatif): Koefisien K3 (X2) \neq 0 (Ada pengaruh K3 terhadap Kinerja)
- Nilai t: 10.060
- Nilai Sig.: 0.000 (sangat rendah)

Karena nilai p-value (Sig.) sangat rendah (kurang dari tingkat signifikansi apapun seperti 0.01 atau 0.05), kita memiliki cukup bukti untuk menolak hipotesis nol. Ini berarti ada bukti yang cukup untuk menyatakan bahwa variabel K3 (X2) memiliki pengaruh yang signifikan terhadap variabel Kinerja (Y).

Dalam kedua kasus, karena nilai p-value sangat rendah, kita memiliki keyakinan yang kuat bahwa ada hubungan yang signifikan antara kedua variabel prediktor (APD dan K3) dengan variabel respon (Kinerja). Sehingga, hasil ini mendukung kesimpulan bahwa APD dan K3 memiliki pengaruh signifikan terhadap Kinerja.

Persamaan estimasi regresi berdasarkan koefisien yang diberikan dalam tabel adalah sebagai berikut:

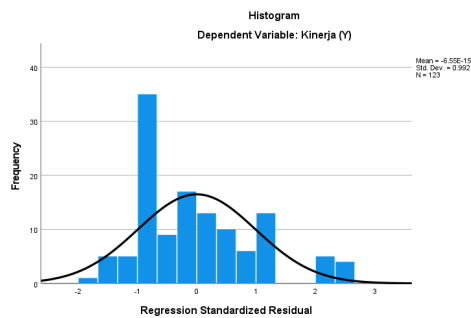
$$\text{Kinerja (Y)} = 3.289 + 0.085 * \text{APD (X1)} + 0.394 * \text{K3 (X2)}$$

Dalam persamaan ini:

- 3.289 adalah nilai intercept (konstanta) yang menunjukkan perkiraan nilai Kinerja (Y) ketika kedua prediktor (APD dan K3) adalah 0.
- 0.085 adalah koefisien untuk variabel APD (X1), yang mengindikasikan bahwa setiap peningkatan satu unit dalam APD akan menghasilkan peningkatan sekitar 0.085 unit dalam Kinerja (Y), dengan mempertahankan K3 (X2) tetap konstan.
- 0.394 adalah koefisien untuk variabel K3 (X2), yang mengindikasikan bahwa setiap peningkatan satu unit dalam K3 akan menghasilkan peningkatan sekitar 0.394 unit dalam Kinerja (Y), dengan mempertahankan APD (X1) tetap konstan.

Jadi, dengan menggunakan persamaan ini, kita dapat memperkirakan nilai Kinerja (Y) berdasarkan nilai-nilai APD (X1) dan K3 (X2).

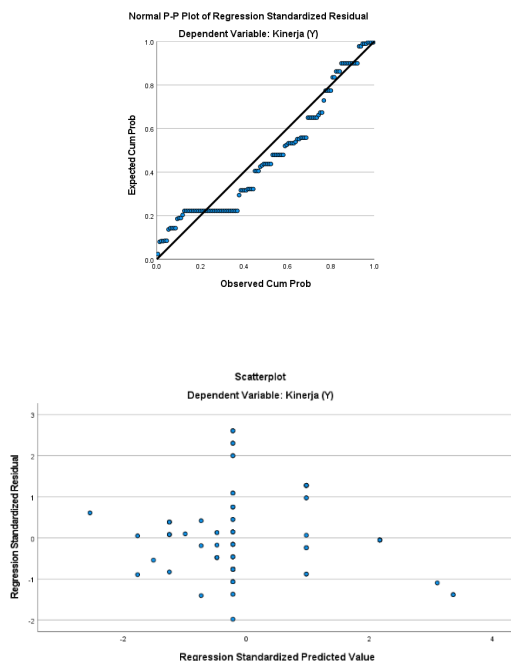
Uji Normalitas secara Visual



Gambar 7. Hasil Uji Normalitas

Jika diperhatikan pada penampakan visual residual, maka dapat dikatakan memiliki distribusi yang normal, hal ini terjadi oleh karena distribusi residual mendekati distribusi normal yang teoritis ataupun berbentuk lonceng.

Uji Heteroskedastisitas secara Visual



Gambar 8. Hasil Uji Heteroskedastisitas

Mendeteksi ada atau tidaknya heteroskedastisitas, maka akan dilaksanakan dengan memperhatikan pada diagram pencarannya (*Scaterplots diagram*). Ketika terdapat pola tertentu dan juga memiliki alur yang teratur, maka disimpulkan terjadi heteroskedastisitas. Tetapi hal sebaliknya akan terjadi ketika tidak terdapat pola yang jelas dan juga tersebar merata, maka tidak terjadi heteroskedastisitas. Dengan berdasarkan pada

diagram tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa pada model penelitian ini tidak terjadi heteroskedastisitas.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka diperoleh bahwa pada variabel kepatuhan penggunaan APD berpengaruh positif dan signifikan terhadap kinerja karyawan. Ini berarti semakin baik kepatuhan penggunaan APD yang diberikan, maka kinerja karyawan semakin meningkat. Dalam hal ini dinilai bahwa kepatuhan penggunaan APD karyawan PT. Enam Prakarsajaya Mandiri sesuai dengan harapan, sehingga berdampak pada kinerja karyawan. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa hipotesis pertama yang menyatakan dugaan adanya pengaruh yang signifikan antara kepatuhan penggunaan APD terhadap kinerja karyawan diterima. Variabel perilaku keselamatan kesehatan kerja berpengaruh positif dan signifikan terhadap kinerja karyawan PT. Enam Prakarsajaya Mandiri. Dalam hal ini dinilai bahwa perilaku K3 karyawan dapat memberikan dampak positif, sehingga kinerja karyawan meningkat. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa hipotesis kedua yang menyatakan dugaan adanya pengaruh yang signifikan perilaku keselamatan kesehatan kerja terhadap kinerja karyawan PT. Enam Prakarsajaya Mandiri. Variabel kepatuhan penggunaan APD berpengaruh positif dan signifikan terhadap perilaku keselamatan kesehatan kerja PT. Enam Prakarsajaya Mandiri. Dalam hal ini Ini berarti semakin baik kepatuhan penggunaan APD yang diberikan,, sehingga menimbulkan perilaku K3 karyawan yang meningkat. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa hipotesis ketiga yang menyatakan dugaan adanya pengaruh yang signifikan kepatuhan penggunaan APD terhadap perilaku keselamatan kesehatan kerja PT. Enam Prakarsajaya Mandiri. Variabel kepatuhan penggunaan APD dan perilaku keselamatan kesehatan kerja berpengaruh positif dan signifikan terhadap kinerja karyawan PT. Enam Prakarsajaya Mandiri. Dalam hal ini Ini berarti semakin baik kepatuhan penggunaan APD dan perilaku keselamatan kesehatan kerja yang diberikan, sehingga menimbulkan kinerja karyawan yang meningkat. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa hipotesis keempat yang

menyatakan dugaan adanya pengaruh yang signifikan kepatuhan penggunaan APD terhadap perilaku keselamatan kesehatan kerja PT. Enam Prakarsajaya Mandiri.

Dalam anajemen PT. Enam Prakarsajaya Mandiri perlu meningkatkan mutu karyawan, manajemen perlu mengirimkan karyawan untuk mengikuti pelatihan yang dapat menunjang keterampilan dirinya. Peningkatan pemberitahuan informasi baik komunikasi secara langsung di perusahaan ataupun melalui media cetak atau sosial media, agar komunikasi pemasaran lebih terintegrasi juga sangat diperlukan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Zuleha O. Pengaruh Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Terhadap Kinerja Karyawan Proyek Kontruksi Pada Pt. Surya Nusa Silampari Palembang. Skripsi. 2021;(Universitas Palembang).
2. Edigan F, Purnama Sari LR, Amalia R. Hubungan Antara Perilaku Keselamatan Kerja Terhadap Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) Pada Karyawan PT Surya Agrolika Reksa Di Sei. Basau. SAINTIS. 2019 Oct 30;19(02):61.
3. Warsito A, Wibowo PA. Pengaruh pengetahuan tentang K3 dan penggunaan APD terhadap terjadinya kecelakaan kerja di bagian back proses PT. Lotus Indah Textile Industries Nganjuk. jmmt. 2022 Mar 19;3(1):28–34.
4. Sofyan A. Pengaruh Kesehtan Dan Keselamatan Kerja (K3) Terhadap Kinerja Kariyawan PT.Bekaert Indobesia Plant Karawang. Jurnal Manajemen & Bisnis Kreatif. 2017;2(1):22–45.
5. Parashakti RD. PENGARUH Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3), Lingkungan Kerja Dan Beban Kerja Terhadap Kinerja Karyawan. 2020;1(3).
6. Sari RP, Nurcahyati DD. Hubungan Antara Kepatuhan Penggunaan Apd Dengan Kejadian Kecelakaan Kerja Karyawan Di Pt. Sti Tbk. Cikupa Kabupaten Tangerang. . ISSN. 2018;7(2).
7. Rangkang JRC, Mautang T, Paturusi A. Hubungan Antara Pelaksanaan Program Kesehatan Keselamatan Kerja Dengan Kejadian Kecelakaan Kerja Pada Pt Cahaya Nataa Di Ratahan 2020. Physical: Jurnal Ilmu Kesehatan Olahraga. 2021;2(1):123–30.
8. Saraswati B. Hubungan Antara Perilaku Keselamatan, Pengetahuan Dan Kepatuhan Penggunaan Apd Dengan Kejadian Kecelakaan Kerja Pada Pekerja Bangunan Pt. Adhi Persada Gedung Di Proyek Mth 27 Office Suite Jakarta Tahun 202. Skripsi. 2021;(Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Indonesia Maju).
9. Rambe NS. Hubungan Kepatuhan Pemakain Alat Pelindung Diri (Apd) Dengan Kecelakaan Kerja Di Pt. Global Permai Abadi Medan Timur Sumatera Utara. Skripsi. 2019;(Universitas Islam Negeri Sumatera Utara).
10. Qurbani D, Selviyana U. Pengaruh Keselamatan & Kesehatan Kerja (K3) Terhadap Kinerja Karyawan Pada Pt. Trakindo Utama Cabang BSD. JIMF [Internet]. 2019 Apr 5 [cited 2023 Sep 8];1(3). Available from: <http://openjournal.unpam.ac.id/index.php/FRKM/article/view/2553>
11. Hakim AR, Febriyanto K. Hubungan Pengetahuan dengan Kepatuhan Penggunaan APD pada Pekerja di PT. Galangan Anugrah Wijaya Berjaya Samarinda. 2020;2(1).
12. Mukhrodi A. Evaluasi Pelaksanaan Program Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Di RSUD Kota Yogyakarta. Tesis. 2019;(STIE Widya Wiwaha Yogyakarta).
13. Hidayati D. Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang. 2016;
14. Marchamah DNS, Kh OW. Komitmen Kebijakan, Penerapan SMK3, Pengetahuan, dan Sikap K3 terhadap Penggunaan APD Perusahaan Jasa Bongkar Muat. 2017;
15. Gita NLPC, Hadi MC, Yulianti AE. Hubungan Tingkat Pengetahuan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3)

Dengan Sikap Penggunaan Alat Pelindung Diri Pada Pekerja Dupa. JSkalaHusada. 2021 Dec 31;18(2):51–6.

- 16.Candra TAS. Hubungan Pengetahuan Terhadap Kepatuhan Penggunaan Apd Pada Pekerja Di Unit Pelayanan Teknis Industri Kulit Dan Produk Kulit Magetan. 2021;
- 17.Noviati, Yasmin LOM. Hubungan Pengetahuan K3 dengan Kepatuhan Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) pada pekerja proyek Pembangunan gedung X Kota Kendari. JIKMW. 2021 Dec 1;1(1):18–24.
- 18.Alghofiqy K. Hubungan Antara Pengetahuan Dengan Perilaku Pekerja Di Ketinggian Pada Proyek Kontruksi Apartemen Pt. Adhi Persada Gedung Depok Tahun 2018. Skripsi. 2018;(Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Binawan Jakarta).
- 19.Sedarmayanti. Manajemen Sumber Daya Manusia Reformasi Birokrasi dan Manajemen Pegawai Negeri Sipil. Bandung; 2016.
- 20.Bando JJ, Kawatu PAT, Ratag BT. Gambaran Penerapan Program Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Rumah Sakit (K3rs) Di Rumah Sakit Advent Manado. 2020;9(2).

Analisis Faktor Risiko Dislipidemia Karyawan Kantor PT. X di Jakarta Tahun 2022

Analysis of Risk Factors for Dyslipidemia of PT.X's Office Employee in Jakarta in 2022

Imam Habibi Elhaq, Doni Hikmat Ramdhan*

Departemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia

***Corresponding Author : Doni Hikmat Ramdhan**

Email : imam.habibi@ui.ac.id, doni@ui.ac.id

ABSTRAK

Berdasarkan hasil pemeriksaan kesehatan berkala yang dilakukan perusahaan, terdapat tren masalah kesehatan dislipidemia. Dislipidemia ditandai dengan gangguan metabolisme lipid berupa peningkatan kadar kolesterol total, *low density lipoprotein* (LDL-C), trigliserida, dan atau penurunan *high density lipoprotein* (HDL-C). Dislipidemia berbahaya karena dapat meningkatkan risiko penyakit jantung koroner dan stroke. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor risiko yang berhubungan dengan dislipidemia. Desain penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan metode potong lintang. Populasi berjumlah 85 orang dan semuanya merupakan responden sehingga tidak menggunakan teknik pengambilan sampel probabilitas. Data yang dianalisis adalah data sekunder yaitu usia, jenis kelamin, riwayat penyakit keluarga, gaya hidup, BMI, tekanan darah, dan LDL-C yang diperoleh melalui hasil pemeriksaan kesehatan pada tahun 2022. Teknik analisis data yang digunakan adalah tabulasi silang dengan menilai estimasi koefisien asosiasi *Odd Ratio* (OR), uji hipotesis menggunakan Kai Kuadrat dengan tingkat kepercayaan 95%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa prevalensi kejadian dislipidemia adalah 67,1% dan 2,7 kali lebih besar dari angka prevalensi dislipidemia nasional. Tidak terdapat hubungan bermakna antara faktor risiko dengan kejadian dislipidemia sehingga usia, jenis kelamin, riwayat penyakit, gaya hidup, BMI, dan tekanan darah bukan merupakan faktor risiko kejadian dislipidemia. Promosi kesehatan perlu intensif dilakukan untuk menurunkan prevalensi kejadian dislipidemia karyawan PT.X.

Kata Kunci : dislipidemia, faktor risiko, pemeriksaan kesehatan

ABSTRACT

*Based on the company's periodic health examination results, there was a trend of dyslipidemia. Dyslipidemia is associated with lipid metabolism disorders of increased total cholesterol levels, low-density lipoprotein (LDL-C), triglycerides, and decreased high-density lipoprotein (HDL-C). Dyslipidemia is dangerous because it can increase the risk of coronary heart disease and stroke. The study aims to identify the risk factors associated with dyslipidemia. The design of the research is quantitative, cross-sectional. The population of 85 people was included as respondents, so probability sampling techniques do not apply. Data analyzed is secondary data, namely age, gender, history of disease, lifestyle, BMI, blood pressure, and LDL-C, obtained by health examination results 2022. The analysis technique was cross-tabulation, which assessed the estimated *Odd Ratio* association coefficient, hypothesis testing using Chi-Square, and a confidence level of 95%. The results showed that the prevalence of dyslipidemia was 67.1% and 2.7 times greater than the national dyslipidemia prevalence rate. There is no significant relationship between risk factors and the incidence of dyslipidemia, so age, gender, history of disease, lifestyle, BMI, and blood pressure are not risk factors for dyslipidemia. Health promotion is to be carried out intensively to reduce the prevalence of dyslipidemia in PT.X.*

Keywords: dyslipidemia, medical check-up, risk factors

PENDAHULUAN

Pemerintah Indonesia melalui Kementerian Tenaga Kerja RI menerbitkan produk hukum yang spesifik untuk mengatur pemeriksaan kesehatan pekerja, yaitu Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor 2 Tahun 1980, tentang Pemeriksaan Kesehatan Tenaga Kerja dalam Penyelenggaraan Keselamatan Kerja. Dalam penelitian ini, Penulis memiliki fokus bahasan pada Pemeriksaan Kesehatan Berkala Karyawan yang dilakukan perusahaan dimana pemeriksaan kesehatan ini dimaksudkan untuk mempertahankan derajat kesehatan tenaga kerja sesudah berada dalam pekerjaannya, serta menilai kemungkinan adanya indikasi masalah kesehatan pada pekerja sehingga dapat dideteksi sedini mungkin.

Berdasarkan hasil pemeriksaan kesehatan berkala yang dilakukan di PT.X, terdapat tren 5 teratas kelainan hasil pemeriksaan kesehatan karyawan, yaitu BMI, Gigi, Lemak Darah, Tekanan Darah, dan Asam Urat. Dalam penelitian ini, peneliti fokus pada kelainan lemak darah. Kelainan lemak darah dalam tubuh dikenal dengan istilah dislipidemia dimana ditandai dengan gangguan metabolisme lipid berupa peningkatan kadar kolesterol total, *low density lipoprotein* (LDL-C), trigliserida, dan penurunan *high density lipoprotein* (HDL-C).^{19,24} Dislipidemia ditandai peningkatan kadar kolesterol total (≥ 200 mg/dl), kolesterol *Low Density Lipoprotein* (LDL-C) (≥ 130 mg/dl), trigliserida (TG) (≥ 150 mg/dl), atau penurunan kadar kolesterol *High Density Lipoprotein* (HDL-C) (< 35 mg/dl).²¹

Sebagai salah satu komponen dari trias sindrom metabolik selain hipertensi dan diabetes mellitus, dislipidemia merupakan salah satu faktor utama terjadinya aterosklerosis yang menyebabkan munculnya penyakit jantung koroner (PJK), stroke, dan penyakit vaskuler perifer yang tergabung dalam penyakit kardiovaskular (PKV).^{18,21} Dislipidemia dan hipertensi merupakan dua faktor risiko penting dalam penyakit jantung dan kardiovaskular.^{1,7,11,19,25,26} serta ada kemungkinan dislipidemia menjadi faktor risiko penyakit Alzheimer.²²

Data *Global Health Observatory* (GHO)

dari WHO menunjukkan bahwa prevalensi dislipidemia pada tahun 2008 di dunia adalah sebesar 37% pada populasi laki-laki dan 40% pada populasi wanita dan dianggap bertanggung jawab terhadap 2,6 juta kematian. Sementara di Indonesia sendiri, data yang diambil dari hasil Riset Kesehatan Dasar Nasional (RISKESDAS) tahun 2018³ menunjukkan 28,8% dari penduduk Indonesia yang berusia 15 tahun atau lebih memiliki kadar kolesterol abnormal (berdasarkan NCEP ATP III, dengan kadar kolesterol ≥ 200 mg/dl) dimana perempuan lebih banyak dari laki-laki dan penduduk perkotaan lebih banyak daripada penduduk pedesaan. Lebih lanjut, data RISKESDAS juga menunjukkan bahwa kadar LDL-C mendekati optimal (100-129 mg/dl) sebesar 36,5%, *borderline* (130-159 mg/dl) sebesar 24,9%, tinggi (160-189 mg/dl) sebesar 9,0% dan sangat tinggi (> 190 mg/dl) sebesar 3,4%.²

Berdasarkan penelitian sebelumnya terdapat berbagai faktor risiko yang dapat berhubungan dengan kejadian dislipidemia, baik usia, jenis kelamin, riwayat penyakit, gaya hidup (aktivitas olahraga, minum alkohol, merokok), BMI, maupun hipertensi.^{4,8,10,14,18,21,23,25} Penelitian ini bertujuan untuk melakukan identifikasi faktor risiko yang berhubungan dengan kejadian dislipidemia pada karyawan PT.X.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, tidak dibahas semua profil lipid, klasifikasi dislipidemia pada responden difokuskan pada kadar LDL-C responden. Responden diklasifikasikan mengalami masalah kesehatan dislipidemia jika memiliki kadar kolesterol LDL-C ≥ 130 mg/dL.

Desain penelitian ini menggunakan penelitian kuantitatif dengan metode *cross-sectional*. Populasi karyawan Kantor Pusat di Jakarta yang berjumlah 85 orang dilibatkan seluruhnya dalam penelitian sehingga tidak menggunakan teknik pengambilan sampel (*probability sampling*).

Jenis data adalah data sekunder yang telah dikumpulkan oleh pihak ketiga melalui pemeriksaan kesehatan berkala. Periode pengumpulan data pada bulan Oktober 2022. Pihak ketiga yang melakukan pemeriksaan

kesehatan berkala telah dilakukan seleksi serta kredibel dalam melakukan pemeriksaan kesehatan dengan akreditasi yang diakui serta peralatan yang telah diverifikasi dan kalibrasi secara periodik. Pelaksanaan pemeriksaan kesehatan dilakukan *in situ*, yaitu di lokasi perusahaan.

Data pemeriksaan kesehatan berkala yang telah dikumpulkan diolah dan dilakukan analisis. Teknik pengolahan data menggunakan aplikasi pengolahan data excel yang memuat langkah *editing, coding, entry data*, dan *tabulating* serta aplikasi SPSS untuk uji hipotesis. Adapun teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah *cross tabulation* dengan menilai estimasi koefisien asosiasi *Odd Ratio* (OR), uji hipotesis menggunakan *Chi Square* karena variabel independen dan dependen berskala kategorik, dengan tingkat kepercayaan (*confidence level*) 95%.

HASIL PENELITIAN

Dapat dilihat pada Tabel 1, dari hasil pemeriksaan berkala diperoleh distribusi frekuensi data sebagai berikut: (1) Sebagian besar karyawan berusia kurang dari 55 tahun (88,2%) dan hanya sebagian kecil saja yang memiliki usia 55 tahun atau lebih (11,8%); (2) Karyawan dengan jenis kelamin laki-laki memiliki presentase lebih besar (55,3%) dibandingkan karyawan dengan jenis kelamin perempuan (44,7%); (3) Karyawan dengan status tidak memiliki riwayat penyakit dari orang tua seperti jantung, hipertensi, diabetes, ginjal, atau stroke lebih besar presentase nya (55,3%) dibandingkan dengan karyawan yang memiliki riwayat penyakit dari orang tua (44,7%); (4) Hampir seluruh karyawan tidak minum alkohol (94,1%) dan hanya sebagian kecil saja yang minum alkohol (5,9%); (5) Sebagian besar karyawan tidak merokok (83,5%) dan hanya sebagian kecil saja yang merokok (16,5%); (6) Karyawan yang tidak melakukan olahraga rutin (50,6%) dominan dibandingkan karyawan yang melakukan olahraga rutin (49,4%); (7) Karyawan yang tergolong gemuk sesuai BMI lebih banyak (52,9%) dibandingkan karyawan dengan BMI normal (47,1%); (8) Sebagian besar karyawan tidak mengalami hipertensi (82,4%) dan hanya sebagian kecil saja yang mengalami hipertensi (17,6%); (9) Sementara itu, sebagian besar karyawan mengalami dislipidemia (67,1%)

dan hanya sebagian kecil saja yang memiliki kadar kolesterol normal (32,9%).

Dapat dilihat pada Tabel 2, berdasarkan hasil uji statistik, didapatkan bahwa nilai *p-value* antara faktor risiko dengan kejadian dislipidemia lebih besar daripada 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa faktor risiko seperti usia, jenis kelamin, riwayat penyakit, konsumsi alkohol, kebiasaan merokok, aktivitas fisik, BMI, dan tekanan darah tidak memiliki hubungan signifikan dengan kejadian dislipidemia pada karyawan PT.X.

PEMBAHASAN

Menurut Marks (2000), kadar kolesterol total yang diinginkan dalam tubuh adalah < 200 mg/dl, kolesterol LDL-C (kolesterol jahat) < 130 mg/dl, kolesterol HDL-C (kolesterol baik > 45 mg/dl) sedangkan trigliserida < 200 mg/dl.¹⁵ Klasifikasi dislipidemia berdasarkan referensi NECP ATP III Guidelines Tahun 2001, yaitu jika terdapat minimal 1 dari 4 kelainan berikut: (1) LDL-C \geq 130 mg/dL; (2) Kolesterol Total \geq 200 mg/dL; (3) HDL-C < 40 mg/dL; (4) Trigliserida \geq 150 mg/dL.²⁰

LDL-C merupakan lipoprotein utama pembawa kolesterol dan merupakan suatu kumpulan partikel dengan ukuran yang berbeda densitas, kandungan lipid, dan potensi aterogenik yang berbeda. LDL-C sering disebut kolesterol jahat karena jika terlalu banyak LDL-C dalam darah dapat menyebabkan akumulasi endapan lemak (plak) dalam arteri (proses aterosklerosis), sehingga aliran darah menyempit. Plak ini kadang-kadang bisa pecah dan menimbulkan masalah besar untuk jantung dan pembuluh darah.¹⁶

Berdasarkan semua pengamatan dan model hewan hiperkolesterolemia, telah diterima secara luas bahwa serum kolesterol yang tinggi meningkatkan risiko Penyakit Jantung Koroner (PJK), dan sebagian besar efek ini disebabkan oleh tingkat sirkulasi kolesterol LDL-C. Hipotesis ini didukung lebih lanjut oleh pengamatan dari beberapa studi penelitian yang menggunakan terapi obat untuk menurunkan kadar kolesterol yang tinggi, sebagian besar terapi yang menurunkan kadar kolesterol ini juga menurunkan kadar LDL-C untuk menurunkan risiko PJK secara bertahap dan terus menerus. LDL-C ini adalah target utama dari berbagai obat penurunan kolesterol.⁹

Tabel 1. Distribusi Faktor Risiko dan Kejadian Dislipidemia Karyawan PT.X Tahun 2022 (N = 85)

Variabel	Keterangan	Jumlah	Persentase (%)
a. Usia	1. ≥ 55 tahun	10	11,8
	2. < 55 tahun	75	88,2
b. Jenis Kelamin	1. Laki-laki	47	55,3
	2. Perempuan	38	44,7
c. Riwayat Penyakit	1. Ada	38	44,7
	2. Tidak ada	47	55,3
d. Konsumsi Alkohol	1. Minum Alkohol	5	5,9
	2. Tidak Minum Alkohol	80	94,1
e. Kebiasaan Merokok	1. Merokok	14	16,5
	2. Tidak Merokok	71	83,5
f. Aktivitas Fisik	1. Tidak Olahraga	43	50,6
	2. Olahraga	42	49,4
g. Body Mass Index	1. Gemuk (BMI > 25)	45	52,9
	2. Normal (BMI ≤ 25)	40	47,1
h. Tekanan Darah	1. Hipertensi (Sistolik ≥ 140 / Diastolik ≥ 90 mmHg)	15	17,6
	2. Non Hipertensi (Sistolik < 140 / Diastolik < 90 mmHg)	70	82,4
i. Dislipidemia	1. Tinggi (LDL-C ≥ 130 mg/dl)	57	67,1
	2. Normal (LDL-C < 130 mg/dl)	28	32,9

Tabel 2. Hubungan Antara Faktor Risiko dengan Kejadian Dislipidemia pada Karyawan PT.X Tahun 2022 (N = 85)

Variabel	Kejadian Dislipidemia				Total		OR (95% CI)	p-value
	Dislipidemia		Normal					
	N	%	n	%	n	%		
Usia								
≥ 55 tahun	6	60,00	4	40,00	10	10,53	1,42	0,613
< 55 tahun	51	68,00	24	32,00	75	89,47	(0,13 – 7,15)	
Jenis Kelamin								
Laki-laki	32	68,09	15	31,91	47	55,29	1,11	0,823
Perempuan	25	65,79	13	34,21	38	44,71	(0,07 – 3,75)	
Riwayat Penyakit								
Ada	26	68,42	12	31,58	38	44,71	1,12	0,810
Tidak ada	31	65,96	16	34,04	47	55,29	(0,07 – 3,79)	
Konsumsi Alkohol								
Minum Alkohol	4	80,00	1	20,00	5	5,88	0,49	0,526
Tidak Minum Alkohol	53	66,25	27	33,75	80	94,12	(0,07 – 4,09)	
Kebiasaan Merokok								
Merokok	10	71,43	4	28,57	14	16,47	0,78	0,703
Tidak Merokok	47	66,20	24	33,80	71	83,53	(0,06 – 3,67)	
Aktivitas Fisik								
Tidak olahraga	27	62,79	16	37,21	43	50,59	0,67	0,397
Olahraga	30	71,43	12	28,57	42	49,41	(0,44 – 2,29)	
Body Mass Index								
Gemuk (BMI ≥ 25)	30	66,67	15	33,33	45	52,94	1,03	0,935
Normal (BMI ≤ 25)	27	67,50	13	32,50	40	47,06	(0,06 – 3,50)	
Tekanan Darah								

Variabel	Kejadian Dislipidemia				Total		OR (95% CI)	<i>p-value</i>
	Dislipidemia		Normal					
	N	%	n	%	n	%		
Hipertensi	9	60,00	6	40,00	15	17,65	0,69	0,522
Non Hipertensi	48	68,57	22	31,43	70	82,35	(0,05 – 2,94)	

Jika dilihat pada Tabel 1, maka kejadian dislipidemia pada karyawan perusahaan dengan kandungan LDL-C dalam darah ≥ 130 mg/dl memiliki prevalensi yang cukup tinggi, yaitu di angka 67,1%. Hal ini cukup mengkhawatirkan karena sesuai dengan Laporan RISKESDAS Nasional 2018, prevalensi nasional untuk LDL-C dalam darah ≥ 130 mg/dl (*Borderline High*) adalah 24,9%³ sehingga prevalensi dislipidemia di PT.X adalah 2,7 kali lebih besar dibandingkan prevalensi dislipidemia nasional.

Hal ini dapat terjadi karena PT.X merupakan kantor pusat perusahaan pelayaran dengan aktivitas perkantoran dan terletak di Jakarta Pusat. Menurut Xing et al. (2020) prevalensi dislipidemia cenderung lebih tinggi di area perkotaan dibandingkan di area pedesaan karena status ekonomi sosial dan tingkat stress pekerjaan karyawan relatif tinggi di area perkotaan.²⁶ Kejadian dislipidemia pada karyawan di PT.X harus segera diatasi sebelum menimbulkan dampak negatif bagi perusahaan. Dislipidemia yang merupakan bagian dari sindroma metabolik (obesitas sentral, kelainan metabolisme lemak, intoleransi insulin/diabetes mellitus, dan hipertensi) adalah salah satu faktor risiko utama timbulnya aterosklerosis (pembentukan plak dan pengerasan pembuluh darah) yang berujung pada terjadinya infark miokardium ataupun infark serebral yang mampu menyebabkan kecacatan hingga kematian.²¹

Jika dilihat pada Tabel 2, maka hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya dimana beberapa faktor risiko seperti usia, jenis kelamin, riwayat penyakit, konsumsi alkohol, kebiasaan merokok, aktivitas fisik, BMI, dan tekanan darah berhubungan dengan kejadian dislipidemia. Perbedaan karakteristik populasi, jumlah sampel, dan teknik pengumpulan data bisa saja mempengaruhi hasil penelitian. Kejadian dislipidemia karyawan PT. X bisa saja berhubungan dengan variabel lain seperti genetika atau asupan makanan yang tidak diteliti dalam penelitian ini.

Menurut Burnett et al. (2008) konsentrasi kolesterol LDL plasma bervariasi

pada rentang tiga kali lipat dalam populasi. Diperkirakan bahwa hingga 50% dari variasi antar individu dalam kadar kolesterol LDL plasma disebabkan oleh variasi genetik, dan sebagian besar variasi ini bersifat poligenik yang disebabkan oleh variasi sekuen di berbagai lokus. Sebagian kecil pasien dengan konsentrasi kolesterol LDL plasma yang sangat tinggi atau rendah memiliki bentuk monogenik hiperkolesterolemia atau hipokolesterolemia. Metabolisme LDL, gen yang mempengaruhi konsentrasi kolesterol LDL plasma, dan mekanisme mutasi pada gen dapat mempengaruhi kadar kolesterol LDL.⁵

Dalam penelitian Rahmawati & Sartika (2020) serta Mulyani (2018) dilakukan pengumpulan data asupan makanan menggunakan metode *food recall* dan *food frequency questionnaire* lalu hasilnya dihubungkan dengan kejadian dislipidemia,^{18,21} yang dalam penelitian ini tidak dilakukan. Asupan makanan merupakan faktor risiko penting dalam kejadian dislipidemia karena asupan karbohidrat merupakan faktor risiko paling dominan setelah dikontrol oleh variabel usia, BMI, lingkar pinggang, dan tekanan darah²¹ serta konsumsi kopi juga dapat berkontribusi dalam kejadian dislipidemia.¹⁸

Usaha yang telah dilakukan perusahaan untuk mengurangi prevalensi dislipidemia karyawan adalah (1) Sesi konsultasi karyawan dislipidemia dengan dokter kesehatan kerja; (2) Program “*Friday Energie*” dimana setiap hari Jumat, karyawan dihimbau untuk tidak menggunakan lift; (3) Program Olahraga yang dibiayai perusahaan dan dapat dinikmati seluruh karyawan, yaitu badminton setiap hari Kamis; (4) Seminar kesehatan bertema dislipidemia dengan mengundang pihak eksternal.

Promosi kesehatan yang lebih komprehensif perlu dilakukan perusahaan untuk mengatasi kejadian dislipidemia karyawan. Berbagai usaha yang dapat dilakukan misalnya: (1) Minimalisasi faktor risiko dengan cara *screening* dini terhadap lingkar perut dan BMI, tekanan darah, gula darah,^{8,23} (2) Sosialisasi pedoman diet ketat untuk mengurangi kolesterol²³ serta

mengundang ahli gizi untuk promosi kesehatan, melakukan audit ke tempat makan, serta memberikan rekomendasi menu;¹⁰ (3) Perubahan gaya hidup termasuk program penurunan berat badan, perubahan pola makan,⁶ serta peningkatan aktivitas fisik yang rutin dengan mengikuti salah satu cabang olahraga;¹⁷ (4) Semua itu dikombinasikan dengan program pengobatan sesuai target yang ditentukan NCEP menggunakan statin sebagai obat penurun LDL-C utama.^{6,12} Promosi kesehatan yang menyeluruh dapat dilakukan dengan menggunakan prinsip 5-5 untuk mencegah kejadian dislipidemia pada karyawan.¹³

KESIMPULAN

Kejadian dislipidemia pada karyawan PT. X memiliki prevalensi cukup tinggi sehingga harus segera diatasi sebelum menimbulkan akibat buruk bagi kesehatan karyawan yang pada akhirnya akan berdampak pada penurunan produktifitas perusahaan. Strategi intervensi dari perusahaan melalui promosi kesehatan yang komprehensif perlu dilakukan untuk mengatasi masalah ini.

Faktor yang diteliti dalam penelitian ini bukan merupakan faktor risiko kejadian dislipidemia pada karyawan PT.X. Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan dengan mempertimbangkan faktor-faktor lain untuk menentukan penyebab kejadian dislipidemia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada PT. X yang telah memperkenankan data pemeriksaan kesehatan karyawan digunakan sebagai bahan penelitian. Selain itu, kepada pihak-pihak lain yang membantu Peneliti dalam memberikan referensi untuk memperkaya literatur penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ali, N., Kathak, R. R., Fariha, K. A., Taher, A., & Islam, F. (2023). Prevalence of dyslipidemia and its associated factors among university academic staff and students in Bangladesh. *BMC Cardiovascular Disorders*, 23(1). <https://doi.org/10.1186/s12872-023-03399-1>
2. Aman, A. M. M, et al. (2021). *Pedoman Pengelolaan Dislipidemia di Indonesia*. Jakarta: PB PERKENI.
3. Anonymous. (2019). *Laporan Nasional Risesdas 2019*. Jakarta: Lembaga Penerbit Balitbangkes.
4. Azqinar, C. T., Isti Anggraini, D., Kania, S. (2022). Penatalaksanaan Holistik Pada Wanita Usia 60 Tahun Dengan Dislipidemia Melalui Pendekatan Kedokteran Keluarga. *Jurnal Penelitian Perawat Profesional*, 4(4), 1093-1100. <http://jurnal.globalhealthsciencegroup.com/index.php/JPPP>
5. Burnett, J.R., Hooper, A.J. (2008). Common and Rare Gene Variants Affecting Plasma LDL Cholesterol. *Clin Biochem Rev*, 29(1), 11-26.
6. Corey, K. E., & Chalasani, N. (2014). Management of dyslipidemia as a cardiovascular risk factor in individuals with nonalcoholic fatty liver disease. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, 12(7), 1077-1084. <https://doi.org/10.1016/j.cgh.2013.08.014>
7. Dalal, J., Padmanabhan, T. N. C., Jain, P., Patil, S., Vasawala, H., & Gulati, A. (2012). LIPITENSION : Interplay between dyslipidemia and hypertension. *Indian Journal of Endocrinology and Metabolism*, 16(2), 240. <https://doi.org/10.4103/2230-8210.93742>
8. Ebrahimi, H., Emamian, M. H., Hashemi, H., & Fotouhi, A. (2016). Dyslipidemia and its risk factors among urban middle-aged Iranians: A population-based study. *Diabetes and Metabolic Syndrome: Clinical Research and Reviews*, 10(3), 149-156. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2016.01.009>
9. Garg, A. (2015). *Dyslipidemias: Pathophysiology, Evaluation, and Management*. Humana Press.
10. Hirai, V. H. G., Ribeiro, B. M. dos S. S., Novaes, T. B., Martins, J. T., & Teston, E. F. (2019). Prevalência de dislipidemia em trabalhadores de uma empresa do setor papelero. *Revista Brasileira de Medicina Do Trabalho*, 17(1), 54-60.

- <https://doi.org/10.5327/Z1679443520190345>
11. Kihara, S. (2013). [Dyslipidemia]. In *Nihon rinsho. Japanese journal of clinical medicine*, 71(2), 275279. <https://doi.org/10.7326/aite201712050>
 12. Klop, B., Elte, J. W. F., & Cabezas, M. C. (2013). Dyslipidemia in Obesity: Mechanisms and Potential Targets. In *Nutrients*, 5(4), 1218-1240. <https://doi.org/10.3390/nu5041218>
 13. Kurniawidjaja, L.M., Ramdhan, D.H. (2019). *Buku Ajar Penyakit Akibat Kerja dan Surveillans*. Jakarta: UI Publishing.
 14. Liao, Y., Liu, Y., Mi, J., Tang, C., & Du, J. (2008). Risk factors for dyslipidemia in Chinese children. *Acta Paediatrica, International Journal of Paediatrics*, 97(10), 1449–1453. <https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.2008.00946.x>
 15. Marks, D. B., Mark, A. D. (2000). *Biokimia Kedokteran Dasar Sebuah Pendekatan Klinis*. Alih bahasa Brahm U.Pendit. Jakarta: EGC.
 16. Masrufi, M.M. (2009). *Pemeriksaan HDL dan LDL Kolesterol sebagai Parameter Penaksiran Resiko Penyakit Jantung Koroner*. Surabaya: Fakultas Kedokteran UNAIR.
 17. Mosteoru, S., Gaiță, L., & Gaiță, D. (2023). Sport as Medicine for Dyslipidemia (and Other Risk Factors). In *Current Atherosclerosis Reports*, 25(9), 613-617. <https://doi.org/10.1007/s11883-023-01133-y>
 18. Mulyani, N. S., Al Rahmad, A. H., & Jannah, R. (2018). Faktor resiko kadar kolesterol darah pada pasien rawat jalan penderita jantung koroner di RSUD Meuraxa. *AcTion: Aceh Nutrition Journal*, 3(2), 132. <https://doi.org/10.30867/action.v3i2.113>
 19. Musunuru, K. (2010). Atherogenic dyslipidemia: Cardiovascular risk and dietary intervention. In *Lipids*, 45(10), 907-914. <https://doi.org/10.1007/s11745-010-3408-1>
 20. National Institutes of Health. (2001). *ATP III Guidelines At a Glance Quick Desk Reference*. Diperoleh dari <https://www.nhlbi.nih.gov/files/docs/guidelines/atglance.pdf>.
 21. Rahmawati, N.D., Sartika, R.A.D. (2020). Analisis Faktor-Faktor Risiko Kejadian Dislipidemia pada Karyawan Pria Head Office PT.X, Cakung, Jakarta Timur. *Nutrire Diaita*, 12(1), 01-09.
 22. Reitz, C. (2013). Dyslipidemia and the risk of alzheimer's disease. In *Current Atherosclerosis Reports*, 15(3), 1-14. <https://doi.org/10.1007/s11883-012-0307-3>
 23. Sharma, U., Kishore, J., Garg, A., Anand, T., Chakraborty, M., & Lali, P. (2013). Dyslipidemia and associated risk factors in a resettlement colony of Delhi. *Journal of Clinical Lipidology*, 7(6), 653– 660. <https://doi.org/10.1016/j.jacl.2013.06.003>
 24. Trisnadi, A. R., Wibowo, W. J., Thomas, S. (2021). Pengaruh Diet Tinggi Kolesterol terhadap Kadar TNF α . *Jurnal Penelitian Kesehatan Suara Forikes*, 12(2), 132-134. <https://doi.org/10.33846/sf12205>
 25. Wyszynska, J., Łuszczki, E., Sobek, G., Mazur, A., & Dereń, K. (2023). Association and Risk Factors for Hypertension and Dyslipidemia in Young Adults from Poland. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(2). <https://doi.org/10.3390/ijerph20020982>
 26. Xing, L., Jing, L., Tian, Y., Yan, H., Zhang, B., Sun, Q., Dai, D., Shi, L., Liu, D., Yang, Z., & Liu, S. (2020). Epidemiology of dyslipidemia and associated cardiovascular risk factors in northeast China: A cross-sectional study. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 30(12), 2262– 2270. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2020.07.032>

Manajemen Risiko Keselamatan di Area *Wellpad* dan Area *Power Plant* Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP X) Menggunakan Metode HIRARC

Personal Risk Management for Safety in Wellpad and Power Plant Areas of Geothermal Power Plant (PLTP X) Using The HIRARC Methode

Muhammad Arif Yutaro¹, Dwina Roosmini²

1. Program Studi Magister Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia

***Corresponding Author : Muhammad Arif Yutaro**

Email : arifyutaro@gmail.com, dwinaroosmini@yahoo.com

ABSTRAK

Indonesia memiliki kapasitas Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) terbesar kedua di dunia mencapai 2.133 MW pada (2020) dan berkontribusi sebesar 3,01% terhadap produksi listrik nasional. PLTP merupakan industri yang memiliki risiko tinggi pada tahapan eksplorasi *wellpad*. Berdasarkan laporan tahunan Badan Penyelenggara Jaminan Sosial (BPJS) angka kecelakaan kerja di Indonesia sangat tinggi dan terus terjadi peningkatan dari 2016 sebanyak 101.367 kasus hingga pada 2022 mencapai 265.334 kasus. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan manajemen risiko keselamatan di area *wellpad* (eksplorasi dan eksploitasi) dan area *power plant* dengan mengacu pada metode *Hazard Identification, Risk Assessment & Risk Control* (HIRARC). Kegiatan diawali dengan penggunaan *Job Safety Analysis* (JSA) untuk mempermudah identifikasi bahaya sesuai dengan tahapan pekerjaan, lalu selanjutnya adalah *risk assessment*. Data identifikasi bahaya dari JSA digunakan ke dalam metode HIRARC untuk membuat *risk assessment* serta merumuskan rekomendasi pengendalian risiko di area *wellpad* dan area *power plant* berdasarkan hasil perhitungan dan pemetaan pada *risk mapping*. Berdasarkan data HIRARC dan kuesioner di dapatkan bahwa area *rig project (exploration)* merupakan satu satunya yang memiliki *hazard* dengan kategori tinggi dan memiliki total jumlah *hazard* terbanyak diikuti area *powerplant* dan area *wellpad (exploitation)*.

Kata Kunci : PLTP, HIRARC, eksplorasi *wellpad*, kecelakaan kerja.

ABSTRACT

Indonesia has the second-largest geothermal power capacity in the world, reaching 2,133 MW in 2020 and contributing 3.01% to the national electricity production. Geothermal power plants constitute an industry with high risks, particularly during the *wellpad* exploration stage. According to the annual report from BPJS, the number of work-related accidents in Indonesia remains alarmingly high, with a continuous increase from 101,367 cases in 2016 to 265,334 cases in 2022. This research aims to compare safety risk management in *wellpad* (exploration & exploitation) and power plant areas, referencing the *Hazard Identification, Risk Assessment & Risk Control* (HIRARC) method. It begins with the utilization of *Job Safety Analysis* (JSA) to facilitate hazard identification corresponding to job stages, followed by risk assessment. Hazard identification data from JSA are integrated into the HIRARC method to conduct risk assessment and formulate risk control recommendations in *wellpad* and power plant areas based on calculation results and risk mapping. Data processing using HIRARC and questionnaire data reveals that the *rig project area (exploration)* is the only area with hazards categorized as high, and it also has the highest total number of hazards, followed by the power plant area and *wellpad area (exploitation)*.

Keywords: Geothermal Power Plant, HIRARC, *wellpad* exploration, workplace accident.

PENDAHULUAN

Berdasarkan data Badan Penyelenggara Jaminan Sosial (BPJS) dalam goodstats angka kecelakaan kerja di Indonesia masih sangat tinggi dan terus meningkat. Pada tahun 2016 terjadi peningkatan yang signifikan dalam jumlah kecelakaan kerja yakni sebesar 101.367 kasus, hingga pada November 2022 jumlah kecelakaan kerja mencapai 265.334 kasus. (1)

Menurut think geo energy dalam databoks Negara Indonesia yang berlokasi di wilayah cincin api (*ring of fire*) diberikan kelimpahan sumber daya alam, di antaranya adalah panas bumi. Sekitar 40% dari cadangan panas bumi dunia terdapat di Indonesia. Indonesia memiliki kapasitas Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) terbesar kedua di dunia, mencapai 2.133 megawatt (MW) pada tahun 2020. (2)

Secara umum dalam pengembangan energi panas bumi, terdapat dua risiko utama yaitu risiko sumber daya di reservoir panas bumi dan yang kedua adalah risiko terkait infrastruktur, operasi, lingkungan, dan masyarakat setempat. (3) (4)

Tahap pengujian *wellpad* adalah tahap yang banyak menyebabkan insiden kecelakaan kerja. Hal ini karena saat pengujian sumur, yang pertama keluar adalah gas tidak terkondensasi. Gas ini mengumpul di ujung uap dan dapat berbahaya jika terpapar manusia. Pada area *power plant* terdapat beberapa risiko terutama di unit *cooling tower* seperti cipratan dan uap bahan kimia korosif dan *irritant* terkena mata. (5) (6)

Selain itu juga adanya potensi dampak lingkungan ini mungkin memiliki konsekuensi luas bagi kesehatan manusia, ekologi dan ekonomi. (7)

Menurut OHSAS 18001;2017 manajemen K3 adalah upaya terpadu untuk mengelola risiko terkait aktivitas perusahaan yang dapat menyebabkan cedera pada pekerja itu sendiri. Manajemen risiko terbagi atas 3 bagian yakni *Hazard identification, Risk Assesment and Risk Control* (HIRARC) dimana hasil analisis dari metode ini dapat menentukan arah penerapan K3 dalam perusahaan. (8)(9)(10)

HIRARC dapat mengetahui besar dampak risiko dan peringkat risiko, dimana metode HIRARC berfokus pada pengendalian risiko berupa tindakan preventif, instruksi

kerja, prosedur kerja yang aman dan pemakaian APD sesuai dengan standar yang berlaku. (11)(12)

Metode HIRARC ini dipilih berdasarkan penelitian sebelumnya, dimana metode HIRARC mayoritas digunakan untuk menentukan indeks (skor risiko) keselamatan dan kesehatan kerja. (13)(14)

Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) memiliki persentase risiko yang tinggi pada area *wellpad* (*exploration-exploitation well*) dan *power plant*. Area eksplorasi berpotensi keluarnya semburan H₂S bagi pekerja drilling yang bisa timbul efek seperti tidak sadarkan diri bahkan kematian (3). maka dari kompleksitas risiko yang ada di PLTP perlu adanya penilaian resiko dengan hipotesis penelitian yaitu aktivitas di *wellpad* (*exploration & exploitation*) memiliki risiko dan bahaya yang lebih tinggi dibandingkan area *power plant*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian lapangan yang dilakukan dengan menggunakan metode HIRARC, diawali dengan melakukan survey lapangan, pengumpulan data jenis bahaya di area *wellpad* (eksplorasi & eksploitasi) dan *power plant*, lalu melakukan analisis *likelihood x severity* untuk menentukan tingkatan risiko, dan ditutup dengan analisis pengendalian risiko. Analisis ini dimulai dengan menentukan risiko dapat disajikan dengan mengkomunikasikan hasil analisis untuk pengambilan keputusan dalam pengendalian risiko. Untuk analisis risiko menggunakan “kemungkinan” dan tingkat “keparahan” dalam metode kualitatif dimana menyajikan hasil dalam matriks risiko, cara ini sangat efektif untuk menjelaskan distribusi risiko di seluruh area kerja. (15)

Risiko dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$L \times S = \text{Relative Risk}$$

$$L = \text{Likelihood}$$

$$S = \text{Severity}$$

Likelihood dan *severity* didapatkan dari data kecelakaan kerja PLTP X yakni seberapa sering kecelakaan ini terjadi dalam setahun dan apa impact nya terhadap pekerja lalu jumlah “kemungkinan” akan di kali kan dengan tingkat “keparahan” dan akan menghasilkan nilai *Risk Priority Index* (RPI) yang mana

nilai RPI akan dijadikan acuan apakah aktivitas tersebut masuk kategori risiko *high*, *medium* atau *low*(16). Setelah didapatkan nilai RPI nya selanjutnya menentukan control yang tepat sesuai tingkatan prioritasnya.

Likelihood	Severity				
	1	2	3	4	5
5	5	10	15	20	25
4	4	8	12	16	20
3	3	6	9	12	15
2	2	4	6	8	10
1	1	2	3	4	5

15-25 = High	H
5-12 = Medium	M
1-4 = Low	L

Data primer pada penelitian ini diperoleh dari kegiatan observasi langsung pada setiap aktivitas kerja di area *wellpad* (eksploasi & eksploitasi) dan *powerplant*. Observasi dimulai berurutan dari aktivitas *exploration well (rig project)*, *exploitation well (wellpad)* dan *powerplant* dengan menggunakan form *Job Safety Analysis (JSA)*. Sumber data sekunder dalam penelitian ini mencakup data profil perusahaan, *lay out* perusahaan, *work permit* aktivitas kerja di area *wellpad* (eksploasi- eksploitasi) dan *powerplant*, dan catatan mengenai kecelakaan kerja yang terjadi sebelumnya. Data pendukung diperoleh melalui pengisian kuesioner dan wawancara. Tujuan pengisian kuesioner adalah untuk mendapatkan informasi tentang implementasi K3 serta untuk melengkapi data yang telah dikumpulkan. Kuesioner diberikan kepada para pekerja yang beroperasi di lokasi penelitian. Terdapat total 104 responden di *wellpad (exploration - exploitation)* dan *power plant*.

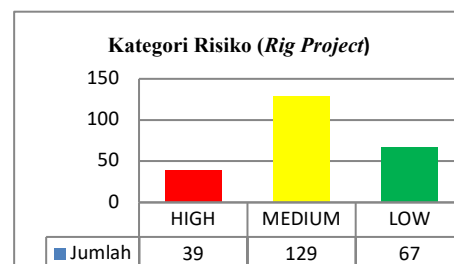
HASIL PENELITIAN

1. Kegiatan beresiko tinggi di PLTP X

Berdasarkan hasil data observasi HIRARC ditemukan fakta bahwa seluruh kegiatan beresiko tinggi berada di area rig project yang mana kegiatan tersebut terdiri atas : 1. *Rig move*, 2. *Function test*, 3. Pemboran (*formation, cement, casing*), 4. Pengoperasian *mud pump*, 5. *Mixing chemical*, 6. Pengoperasian *shale shaker*, 7. Pengoperasian *desilter mud cleaner*, 8. Mencuci (*confined space*), 9. Masuk cabut rangkaian, 10. *Running casing*, 11. *Cementing job*, 12. *Logging job*, 13. *Perforation job*, 14. *Fracturing job*, 15. Pengoperasian *engine*, 16. *Flaring*, 17. *Mechanical back off*, 18. Uji sumur awal.

1.1 Kategori dan potensi hazard di Rig project

Berdasarkan observasi yang dilakukan di area rig project menggunakan metode HIRARC terdapat 39 bahaya dengan kategori tinggi, 129 bahaya dengan kategori sedang dan 67 bahaya dengan kategori rendah, dengan total hazard sebanyak 235.



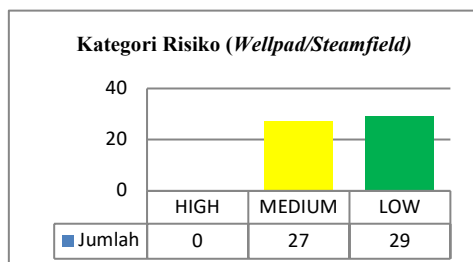
Dari tabel ini terlihat bahwa 5 potensi bahaya teratas yang memiliki kemungkinan terjadi paling besar yakni bahaya dari *pinch point*, *slips*, pencahayaan, kebisingan dan *line of fire*.

No.	Potensi Hazard	Jumlah
1	Pinch point	21
2	Slip	18
3	Noise	17
4	Pencahayaan	16
5	Line of fire	15
6	Kejatuhan objek	13
7	Moving Machinery	12
8	Chemical	10
9	Fire	9
10	Tekanan tinggi	8
11	H2S	8
12	Electrical	8
13	Heat stress	8

14	Vibrasi	8
15	Ergonomic	7
16	Fatigue	7
17	Blow Out	6
18	Hot surface	5
19	Terjatuh dari ketinggian	4

1.2 Kategori dan potensi hazard di Wellpad

Berdasarkan observasi yang dilakukan di area wellpad menggunakan metode HIRARC terdapat 0 bahaya dengan kategori tinggi, 27 bahaya dengan kategori sedang dan 29 bahaya dengan kategori rendah, dengan total hazard sebanyak 56.

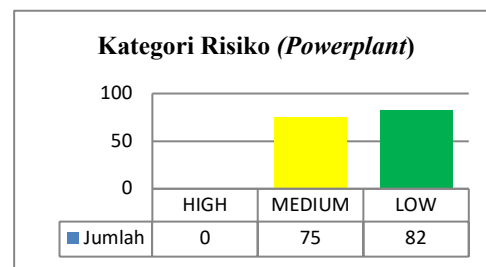


Dari tabel ini terlihat bahwa 5 potensi bahaya teratas yang memiliki kemungkinan terjadi paling besar yakni bahaya dari H2S, noise, slip, ergonomic dan hot surface.

No.	Potensi Hazard	Jumlah
1	H2S	7
2	Noise	6
3	Slip	5
4	Ergonomic	4
5	Hot surface	3
6	Paparan dingin (Outdoor)	3
7	Tekanan tinggi	3
8	Kejatuhan objek	2
9	Electrical	2
10	Ledakan	2
11	Radiasi UV	1
12	Asap pembakaran	1
13	Moving Machinery	1

1.3 Kategori dan potensi hazard di Powerplant

Berdasarkan observasi yang dilakukan di area powerplant menggunakan metode HIRARC terdapat 0 bahaya dengan kategori tinggi, 75 bahaya dengan kategori sedang dan 82 bahaya dengan kategori rendah, dengan total hazard sebanyak 157.

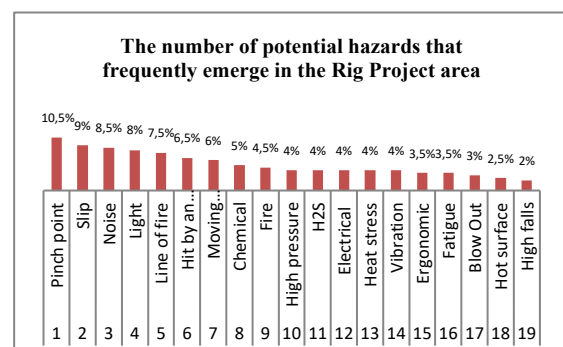


Dari tabel ini terlihat bahwa 5 potensi bahaya teratas yang memiliki kemungkinan terjadi paling besar yakni bahaya dari electrical, noise, H2S, slip, dan ergonomic.

No.	Potensi Hazard	Jumlah
1	Electrical	21
2	Noise	13
3	H2S	13
4	Slips	12
5	Ergonomic	11
6	Kejatuhan Objek	7
7	Moving Machinery	7
8	Hot surface	7
9	Paparan dingin (outdoor)	3
10	Chemicals	3
11	Vibrasi	3
12	Ledakan	3
13	Tekanan tinggi	2

2 Keterkaitan hasil observasi HIRARC dan hasil kuesioner

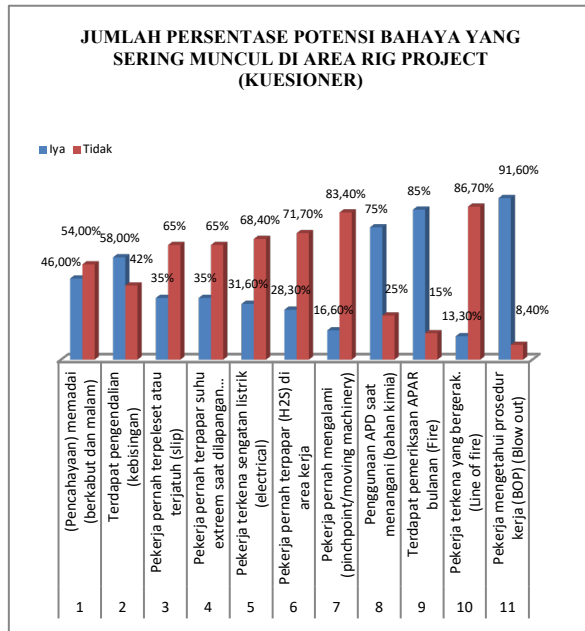
2.1 Persentase potensi hazard area Rig project (HIRARC)



1. Pinch point (10,5%), 2. Slip (9%), 3. Noise (8,5%), 4. Light (8%), 5. Line of fire (7,5%), 6. Hit by an object (6,5%), 7. Moving machinery (6%), 8. Chemical (5%), 9. Fire (4,5%), 10. High pressure (4%), 11. H2S (4%), 12. Electrical (4%), 13. Heat stress (4%), 14. Vibration (4%), 15. Ergonomic (3,5%), 16. Fatigue (3,5%), 17. Blow out (3%), 18. Hot surface (2,5%), 19. High falls (2%).

2.2 Persentase potensi hazard area Rig project berdasarkan (kuesioner)

1.Light, 2.Noise, 3. Slip, 4. Extreem temperatur, 5. Electrical, 6.H2S, 7. Pinch point, 8. Chemical, 9. Fire, 10. Line of fire, 11. BOP.

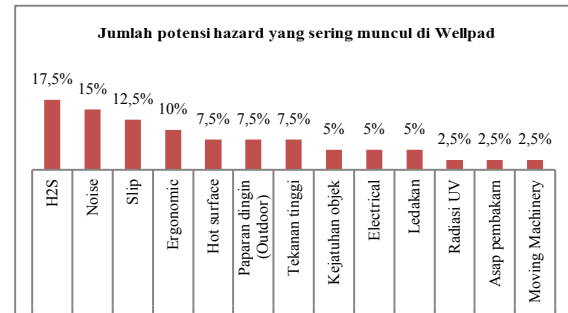


2.3 Perbandingan potensi hazard tertinggi berdasarkan kuesioner & HIRARC (Rig project)

No	Hazard	Kuesioner	HIRARC
1	Light	1	4
2	Noise	2	3
3	Slip	3	2
4	Electrical	5	12
5	H2S	6	11
6	Pinch point	7	1
7	Chemicals	8	8
8	Fire	9	9
9	Line of fire	10	5
10	Blow out	11	17

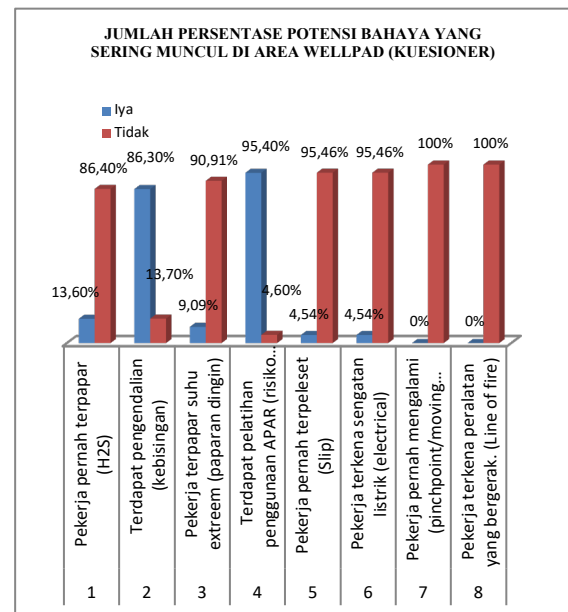
2.4 Persentase potensi hazard area Wellpad (HIRARC)

1.H2S (17,5%), 2. Noise (15%), 3. Slip (12,5%), 4. Ergonomic (10%), 5. Hot surface (7,5%), 6. Cold exposure (7,5%), 7. High Pressure (7,5%), 8. Hit by an object (5%), 9. Electrical (5%), 10. Explosion (5%), 11. UV radiation (2,5%), 12. Combustion smoke (2,5%), 13. Moving machinery (2,5%).



2.5 Persentase potensi hazard area Wellpad berdasarkan (kuesioner)

1.H2S, 2.Noise, 3. Cold exposure, 4. Explosion, 5. Slip, 6. Electrical, 7. Pinch point, 8. Line of fire.

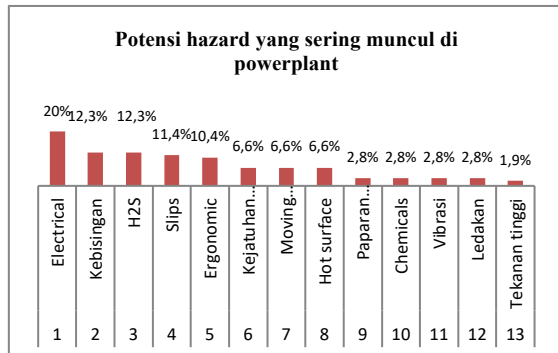


2.6 Perbandingan potensi hazard tertinggi berdasarkan kuesioner & HIRARC (Wellpad)

No	Hazard	Kuesioner	HIRARC
1	H2S	1	1
2	Noise	2	2
3	Paparan dingin	3	6
4	Risiko ledakan	4	10
5	Slip	5	3
6	Electrical	6	9
7	Moving machinery	7	13

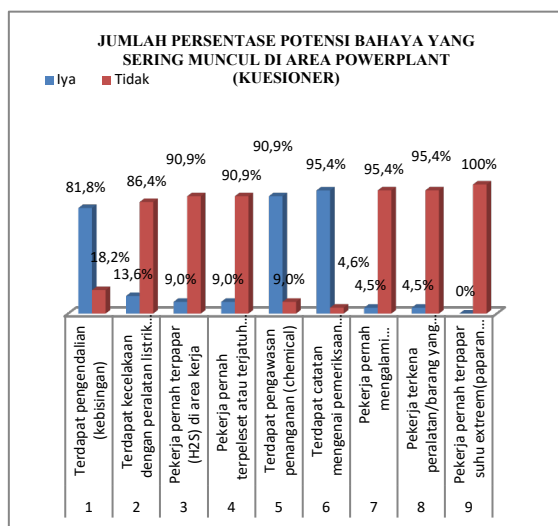
2.7 Persentase potensi hazard area Powerplant (HIRARC)

1. *Electrical* (20%), 2. Kebisingan (12,3%), 3. H₂S (12,3%), 4. *Slip* (11,4%) 5. *Ergonomic* (10,4%), 6. *Hit by an objek* (6,6%), 7. *Moving machinery* (6,6%), 8. *Hot surface* (6,6%), 9. *Cold exposure* (2,8%), 10. *Chemical* (2,8%), 11. *Vibration* (2,8%), 12. *Explosion* (2,8%), 13. *High pressure* (1,9%).



2.8 Persentase potensi hazard area Powerplant (kuesioner)

1. *Noise*, 2. *Electrical*, 3. H₂S, 4. *Slip*, 5. *Chemical*, 6. *Explosion*, 7. *Pinch point*, 8. *Line of fire*, 9. *Cold exposure*.



2.9 Perbandingan potensi hazard tertinggi berdasarkan kuesioner & HIRARC (Powerplant)

No	Hazard	Kuesioner	HIRARC
1	Noise	1	2
2	Electrical	2	1
3	H ₂ S	3	3
4	Slip	4	4
5	Chemicals	5	10

6	Ledakan	6	12
7	Moving machinery	7	7
8	Paparan dingin	9	9

Jika ditotal data observasi langsung JSA yang di rekap menggunakan metode HIRARC. Dimana perusahaan panas bumi PLTP X didapatkan 39 bahaya dengan kategori tinggi, 231 bahaya dengan kategori sedang dan 178 bahaya dengan kategori rendah, dengan total *hazard* sebanyak 448.

Kategori Risiko	HIGH	MEDIUM	LOW	Total Hazard
Rig Project	39	129	67	235
Wellpad/Steamfield	0	27	29	56
Powerplant	0	75	82	157
Jumlah	39	231	178	448

PEMBAHASAN

1. Kegiatan beresiko tinggi di PLTP X (*Geothermal energy*)

Berdasarkan hasil penelitian bahwa secara garis besar area *rig project* merupakan area yang paling banyak memiliki pekerjaan risiko tinggi dimana terdapat 18 kegiatan utama yang terdiri atas 39 penyebab yang bisa menimbulkan kecelakaan (*high risk*). Ini dikarenakan aktivitas di area eksplorasi (*rig project*) berpotensi terjadinya *blow out material* dan semburan H₂S terhadap pekerja *drilling* yang bisa menimbulkan efek seperti tidak sadarkan diri bahkan kematian. Pada paparan 20-50 ppm pekerja akan merasakan iritasi pada mata(17), sakit kepala mual dan pusing, dan jika paparan telah mencapai 300 ppm dapat menyebabkan hilang kesadaran dalam beberapa menit dan kerusakan serius pada sistem pernapasan. Sedangkan upaya pengendaliannya saat di lokasi yang rawan (paparan di luar ruangan) terhadap paparan H₂S pekerja diwajibkan menggunakan Self Contained Breathing Apparatus (SCBA), serta menyiapkan tabung/botol oksigen portable, dan untuk antisipasi dalam ruangan adalah menggunakan detektor gas H₂S yang memberikan peringatan dini jika terjadi kebocoran dan monitoring kadar H₂S secara rutin di tempat kerja serta juga memberikan pelatihan kepada pekerja tentang bahaya H₂S dan tindakan darurat. Tahap pengujian *wellpad* adalah tahap yang berbahaya serta tahap pengujian sumur ini menyebabkan beberapa insiden. Hal ini karena saat

pengujian sumur, yang pertama keluar adalah gas tidak terkondensasi. Gas ini mengumpul di ujung uap dan dapat berbahaya jika terpapar manusia(18)(3).

2. Kategori risiko di area *Rig project*

Dari tabel temuan area *rig project* terdapat 39 (*high*), 129 (*medium*) dan 67 (*low*) dengan 235 (*total hazard*) menjadikan area *rig project* sebagai area yang paling berisiko jika dibandingkan dengan area lain. Hal ini terjadi karena area *rig project* memiliki banyak aktivitas berat seperti *rig move*, pemboran (*formation, cement, casing*), *cementing job*, *mechanical back off*, uji BOP dan *wellpad* yang mana kegiatan tersebut sangat *massive*, berisiko tinggi dan impact nya bersinggungan langsung dengan pekerja. Berdasarkan hasil HIRARC terdapat 5 risiko teratas yang paling sering muncul seperti *pinch point*, *slips*, pencahayaan, kebisingan dan *line of fire*, sedangkan berdasarkan hasil kuesioner 5 risiko teratas itu berasal dari *light*, *noise*, *slip*, *extrem temperatur*, dan *electrical*. Pada dasarnya gangguan *noise*, *light* dan *slip* merupakan masalah mayoritas di area *rig project (exploration)* berdasarkan kesesuaian data HIRARC dan kuesioner. Dapat disimpulkan bahwa area *rig project* merupakan area yang paling berisiko tinggi dibandingkan area *wellpad* dan *powerplant*, ini disebabkan karena mayoritas pekerjaan yang dilakukan di area *rig project* merupakan aktivitas *exploring* yang pekerjaanya berhubungan langsung dengan alat/*equipment* dan kondisi lingkungan(19). Disamping itu juga aktivitas di area *rig project* dilakukan oleh pihak ketiga yang dipercayakan oleh PLTP X untuk melakukan eksplorasi sumur *geothermal* sebagai *resources* baru mereka. Walaupun pada tahapan perencanaan eksplorasi sumur (*wellpad*) di susun oleh *rig engineer* PLTP X. Indikator inilah yang menyebabkan mengapa *rig project* memiliki aktivitas berisiko tinggi dan butuh rekomendasi kontrol yang tepat dan efisien untuk meminimalisir adanya kecelakaan kerja.

3. Kategori risiko kegiatan di area *Wellpad*

Berdasarkan hasil HIRARC terdapat 5 risiko teratas yang paling sering muncul seperti H₂S, *noise*, *slip*, *ergonomic & hot surface*, sedangkan berdasarkan hasil kuesioner 5 risiko teratas itu berasal dari H₂S, *noise*, *cold exposure*, *explosion* dan *slip*, dimana pada dasarnya kebocoran H₂S, *noise* dan *slip* merupakan masalah mayoritas di area *wellpad (exploitation)* berdasarkan kesesuaian data HIRARC dan kuesioner. Dapat disimpulkan bahwa area *wellpad* merupakan area yang rata rata memiliki risiko yang terendah jika dibandingkan dengan area *rig project* dan *powerplant*, dan hanya memiliki 27 bahaya dengan kategori sedang dan 29 bahaya dengan kategori rendah, tanpa memiliki bahaya risiko tinggi yang mana jika di total sebanyak 56 *hazard*. Pada dasarnya hal ini disebabkan karena mayoritas pekerjaan yang dilakukan di area *wellpad* merupakan kegiatan *prosedural* seperti pengecekan rutin *gate valve* dan lain sebagainya serta hampir seluruh waktu pekerja berada di ruangan control room untuk memantau dari jauh bagaimana kinerja engine, hanya di waktu tertentu pekerja melakukan *check up* di *on site* seperti dipagi hari sekitar jam 10.00 WIB hingga 11.00 WIB.

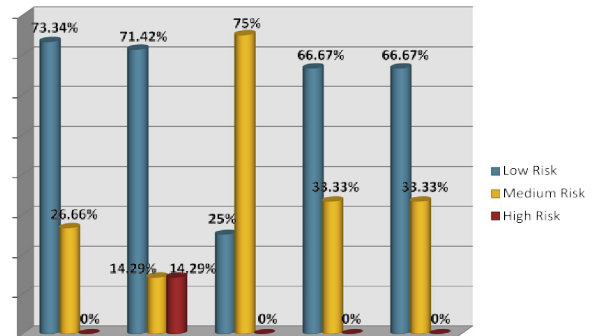
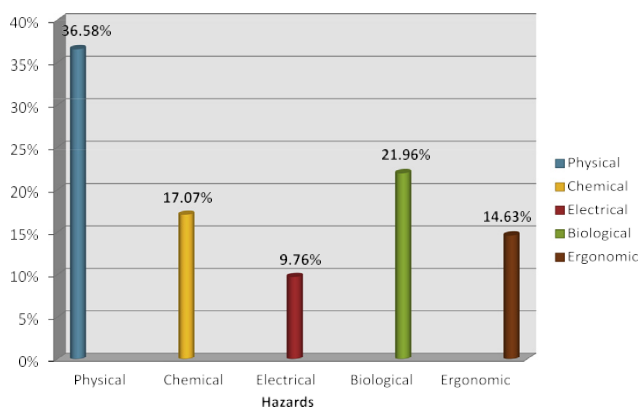
4. Kategori risiko kegiatan di area *Powerplant*

Dapat disimpulkan bahwa area *powerplant* menempati urutan ke 2 setelah *rig project* dan memiliki 75 bahaya dengan kategori sedang, dan 82 bahaya dengan kategori rendah, dan tanpa memiliki bahaya risiko tinggi, dengan total *hazard* sebanyak 157. Berdasarkan hasil HIRARC terdapat 5 risiko teratas yang paling sering muncul seperti *electrical*, *noise*, H₂S, *slip*, *ergonomic*, sedangkan berdasarkan hasil kuesioner 5 risiko teratas itu berasal dari *noise*, *electrical*, H₂S, *slip*, *chemical*, dimana pada dasarnya masalah *electrical*, *noise*, H₂S dan *slip* merupakan masalah mayoritas di area *powerplant* berdasarkan kesesuaian data HIRARC dan kuesioner, hal ini disebabkan karena mayoritas pekerjaan yang dilakukan di area *powerplant* hampir serupa dengan pekerja di area *wellpad* dimana mereka juga bekerja di sebagian area yang sama, mereka

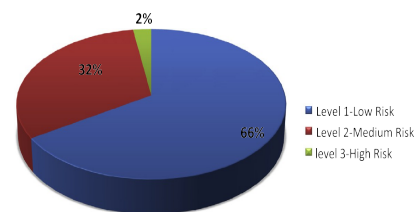
memiliki ruangan *control room* yang sama, hanya saja yang membedakan adalah pekerja lapangan *powerplant* cenderung melakukan *check up* hanya di lingkup area *engine* dan *equipment* yang menyokong keberlanjutan produksi energi panas bumi sedangkan pekerja *wellpad* cenderung berfokus pada lapangan sumur produksi yang tersebar di beberapa titik di seluruh area PLTP X.

5. Perbandingan risiko total pada penelitian sebelumnya (*Hydroelectric power plant* dan *Geothermal power plant*)

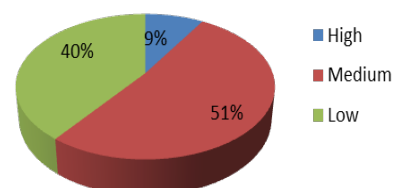
Hasil pengklasifikasian tingkat risiko menggunakan HIRARC di pembangkit listrik tenaga air menunjukkan 73,34% risiko rendah, 26,66% risiko sedang, dan tidak ada risiko tinggi dari total 36,58% bahaya fisik. Bahaya kimia menyumbang 17,07% dari total bahaya dan 71,42% dari jumlah ini berada dalam kondisi risiko rendah, 14,29% termasuk risiko sedang, dan 14,29% risiko tinggi, yang merupakan salah satu bahaya utama di area studi ini. Bahaya listrik mencakup 9,76% dari total bahaya yang disajikan sebagai bahaya terendah di pembangkit listrik tenaga air yang dipelajari, termasuk 25% risiko rendah, 75% risiko sedang, dan 0% risiko tinggi dalam sistem; 21,96% bahaya biologis dengan 66,67% risiko rendah, 33,33% risiko sedang, dan 0% risiko tinggi diidentifikasi; dan akhirnya, bahaya ergonomis dengan 66,67% risiko rendah, 33,33% risiko sedang, dan tidak ada risiko tinggi dari total 14,63% bahaya. Secara umum, data di atas menyajikan semua bahaya dan tingkat risiko yang diklasifikasikan di pembangkit listrik tenaga air yang diteliti.(20)



Jika di bandingkan dengan risiko keseluruhan area (total) berdasarkan hasil observasi HIRARC pada *Hydroelectric generation plant* terdapat sebesar 2% (*high risk*) 32 % (*medium risk*) dan 66% (*low risk*)(20).



Sedangkan pada risiko keseluruhan *Geothermal power plant energy* terdapat sebesar 9% (*high risk*) 51% (*medium risk*) 40% (*low risk*).



Dapat disimpulkan *Geothermal power plant* memiliki risiko yang lebih tinggi (secara keseluruhan) dari segi aktivitas pekerjaan yang berdampak langsung ke pekerja dibandingkan dengan *Hydroelectric generation plant*.

KESIMPULAN

Area *rig project (exploration)* merupakan area satu satunya yang memiliki *hazard* dengan kategori tinggi (*high*) dan juga memiliki total jumlah *hazard* terbanyak diikuti area *powerplant* dan area *wellpad (exploitation)*. ”

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis sangat berterima kasih kepada Ibu Prof. Dr. Ir. Dwina Roosmini, M.S. yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing, mengajari, menasehati dan memotivasi penulis dalam melakukan penelitian ini hingga selesai. Selain itu, penulis juga banyak menerima bantuan dari berbagai pihak lainnya, yakni orang tua Drs. Yusril Zoebar M.Si. (Alm) dan Dra. Denai Wahyuni M.Si. serta keluarga penulis yang selalu memberikan doa dan kasih sayangnya kepada penulis. Ibu Ir. Indah Rachmatiah Siti Salami, M.Sc., Ph.D. yang telah memberikan masukan penting saat masih penyusunan UGB. Dan Pak Gilang selaku pembimbing lapangan di PLTP X Kabupaten Bandung.

DAFTAR PUSTAKA

1. Syaharani M. goodstats. 2023 [cited 2011 Mar 20]. p. 1 No Title. Available from: <https://data.goodstats.id/statistic/melasyhrn/jumlah-kecelakaan-kerja-indonesia-dalam-8-tahun-terakhir-sjo5X>
2. Ayu M. databoks. 2020. p. 1 No Title. Available from: <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2022/01/11/kapasitas-panas-bumi-indonesia-terbesar-kedua-dunia>
3. Ganz B. Evaluation of Expert Reports to Quantify the Exploration Risk for Geothermal Projects in Germany. Energy Procedia [Internet]. 2015;76:341–50. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.egypro.2015.07.839>
4. Huenges. Geothermal Energy System. Exploration Development and Utilization (ied). 2010.
5. Hardianti. No Title Identifikasi Bahaya dan Analisis Risiko Gas H₂S Sebagai Dasar Perancangan Sistem Tanggap Darurat Wellpad Area Di Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi. Institut Teknologi Bandung; 2015.
6. Watchel A. Energy Today Geothermal Energy. New York: Chelsea House Publisher; 2010.
7. Chen S, Zhang Q, Andrews-Speed P, Mclellan B. Quantitative assessment of the environmental risks of geothermal energy: A review. J Environ Manage [Internet]. 2020;276(August):111287. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111287>
8. Ramli. No Title Pedoman Praktis Manajemen Risiko dalam Persepektif K3 OHS Risk Management, Seri Manajemen K3 002. Seri manaj. Jakarta: Dian Rakyat; 2010.
9. Mansdorf S. Handbook of Occupational Safety and Health (1ed). 1st ed. 2023.
10. K3 D jenderal pembinaan pengawasan ketenagakerjaan dan. (Modul) Pengawasan Norma Keselamatan dan Kesehatan Kerja Republik indonesia. 2017. 300 p.
11. Dosh. Guidelines for Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control. 2008. 34 p.
12. Arya P, Salmia A SL, Kiswandono. Analisis Potensi Bahaya dan Pengendalian Risiko Kecelakaan Kerja Pada Bagian Produksi di PT Indonesia Power Grati Pomu. J Mhs Tek Ind. 2021;4(2):196–201.
13. Liu R, Liu HC, Shi H, Gu X. Occupational health and safety risk assessment: A systematic literature review of models, methods, and applications. Saf Sci [Internet]. 2023;160(August 2022):106050. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2022.106050>
14. Wong CF, Teo FY, Selvarajoo A, Tan OK, Lau SH. Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) for Mengkuang Dam Construction. Civ Eng Archit. 2022;10(3):762–70.
15. Ahmad AC, Zin INM, Othman MK, Muhamad NH. Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) Accidents at Power Plant. MATEC Web Conf. 2016;66:1–6.

16. Widodo L, Adianto, Sartika DI. Implementation of health and safety management system to reduce hazardous potential in PT.XYZ Indonesia. IOP Conf Ser Mater Sci Eng. 2017;277(1).
17. Faisya AF, Putri DA, Ardillah Y. Environmental Health Risk Analysis of Exposure to Hydrogen Sulfide (H₂S) and Ammonia (NH₃) in Communities in the Sukawinatan TPA Area, Palembang City in 2018. J Kesehat Lingkung Indones. 2019;18(2):126.
18. Nugraha. Audit Energi Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) menggunakan standar internasional. Institut teknologi Bandung; 2017.
19. Dencio SM, S.W. LM, Febrianto HA, Purdanto A, Wardhana FD, Wicaksono WPA, et al. Di PT . Geo Dipa Energi (Persero) Unit Patuha Tahun 2021. 2021. 19–21 p.
20. Saedi AM, Thambirajah JJ, Pariatamby A. A HIRARC model for safety and risk evaluation at a hydroelectric power generation plant. Saf Sci [Internet]. 2014;70:308–15. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2014.05.013>