



Faktor Yang Berhubungan Dengan Kelelahan Kerja Pada Pekerja *Smelting* PT. Antam (Persero) Tbk UBPN Kolaka

Gracia Esti Putri^{1*}, Arum Dian Pratiwi², Jusniar Rusli Afa³

^{1,2,3}Jurusan Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Halu Oleo

Alamat: Jl. HEA Mokodompit, Anduonohu, Kota Kendari, Sulawesi Tenggara, Indonesia

Corresponding: graciaputri442@gmail.com

Abstract. *Work fatigue is one of the occupational health problems that can reduce productivity and increase the risk of work accidents, especially in smelting work environments with high temperatures and heavy physical activity. This study aims to determine the relationship between independent variables, namely work duration, heat exposure, workload, subjective complaints of respiratory disorders, and Musculoskeletal Disorders (MSDs) with the dependent variable, namely work fatigue in smelting workers at PT. Antam (Persero) Tbk. UBPN Kolaka in 2026. This study uses a quantitative method with a cross-sectional approach. The study population was all smelting workers totaling 120 people with a total sampling technique. Data collection was carried out using a questionnaire and a fatigue measuring instrument Reaction Timer SLS-L77. Based on the results of the normality test, the research data were not normally distributed so that data analysis was carried out using the Spearman's rho test. The results showed that there was a significant relationship between work duration and work fatigue with a p-value of 0.049 and a correlation value (r) of 0.180 which indicated a positive relationship with very weak strength. Meanwhile, heat exposure has a p-value of 0.669 and a correlation value (r) of 0.039, workload has a p-value of 0.363 and a correlation value (r) of -0.073, subjective complaints of respiratory disorders have a p-value of 0.596 and a correlation value (r) of 0.049, and MSDs have a p-value of 0.807 and a correlation value (r) of 0.023, which indicates there is no significant relationship with work fatigue. It is concluded that length of work is a factor related to work fatigue in smelting workers of PT. Antam (Persero) Tbk. UBPN Kolaka in 2026.*

Keywords: *work fatigue, working period, heat exposure, workload, smelting workers*

Abstrak. Kelelahan kerja merupakan salah satu permasalahan kesehatan kerja yang dapat menurunkan produktivitas dan meningkatkan risiko kecelakaan kerja, khususnya pada lingkungan kerja *smelting* dengan suhu tinggi dan aktivitas fisik berat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara variabel bebas yaitu lama kerja, paparan panas, beban kerja, keluhan subjektif gangguan pernapasan, dan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) dengan variabel terikat yaitu kelelahan kerja pada pekerja *smelting* PT. Antam (Persero) Tbk. UBPN Kolaka Tahun 2026. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan *cross sectional*. Populasi penelitian adalah seluruh pekerja *smelting* sebanyak 120 orang dengan teknik total sampling. Pengumpulan data dilakukan menggunakan kuesioner dan alat ukur *fatigue Reaction Timer SLS-L77*. Berdasarkan hasil uji normalitas, data penelitian tidak berdistribusi normal sehingga analisis data dilakukan menggunakan uji *Spearman's rho*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan signifikan antara lama kerja dengan kelelahan kerja dengan nilai *p-value* sebesar 0,049 dan nilai korelasi (*r*) sebesar 0,180 yang menunjukkan hubungan positif dengan kekuatan sangat lemah. Sementara itu, paparan panas memiliki nilai *p-value* 0,669 dan nilai korelasi (*r*) 0,039, beban kerja memiliki nilai *p-value* 0,363 dan nilai korelasi (*r*) -0,073, keluhan subjektif gangguan pernapasan memiliki nilai *p-value* 0,596 dan nilai korelasi (*r*) 0,049, serta MSDs memiliki nilai *p-value* 0,807 dan nilai korelasi (*r*) 0,023, yang menunjukkan tidak terdapat hubungan signifikan dengan kelelahan kerja. Disimpulkan bahwa lama kerja merupakan faktor yang berhubungan dengan kelelahan kerja pada pekerja *smelting* PT. Antam (Persero) Tbk. UBPN Kolaka Tahun 2026.

Kata Kunci: Kelelahan Kerja, Lama Kerja, Paparan Panas, Beban Kerja, Pekerja *Smelting*

1. LATAR BELAKANG

Kelelahan kerja pada pekerja peleburan logam masih sangat tinggi dan banyak menimbulkan masalah bagi pekerja maupun institusi tempat kerjanya. Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya kelelahan kerja diantaranya adalah karakteristik individu, seperti usia, jenis kelamin, tingkat pendidikan, masa kerja, status perkawinan, status gizi dan sebagainya. Faktor pekerjaan, seperti pekerjaan yang monoton, lama kerja, beban kerja, sikap kerja (Saputri

Berdasarkan data Dinas Tenaga Kerja dan Transmigrasi (Disnakertrans) Sulawesi Tenggara pada tahun 2021 telah tercatat sebanyak 246 kasus kecelakaan kerja yang tersebar di 60 perusahaan. Dari jumlah tersebut, sebanyak 21 pekerja meninggal dunia Selanjutnya, pada tahun 2022 terjadi 485 kasus kecelakaan kerja dari 110 perusahaan dengan 25 pekerja di antaranya meninggal dunia. Kemudian pada tahun 2023 meningkat lagi menjadi 504 kasus dari 120 perusahaan, 20 pekerja di antaranya meninggal dunia. Kemudian pada bulan Mei tahun 2024 tercatat kasus kecelakaan kerja sebanyak 258 kasus. Kemudian pada tahun 2025 tercatat kasus kecelakaan kerja mengalami penurunan sebanyak 70 kasus (Disnakertrans, 2025).

Penelitian mengenai kelelahan kerja pada pekerja *smelting* PT. ANTAM Tbk UBPN Kolaka memiliki urgensi tinggi karena lingkungan kerja *smelting* ditandai oleh paparan panas ekstrem, beban kerja berat, dan kondisi ergonomi yang menantang. Suhu di area produksi dapat mencapai 30–38°C, bahkan hingga $\pm 1200^{\circ}\text{C}$ di sekitar *furnace* dan proses *tapping*. Selain paparan panas, pekerja *smelting* juga menghadapi beban kerja fisik yang berat. Aktivitas seperti mengangkat atau memindahkan bahan, menuntut kekuatan otot dan stamina tinggi. Kondisi kualitas udara di area berpotensi meningkatkan risiko terjadinya keluhan subjektif gangguan pernapasan pada pekerja. Lingkungan kerja ini ditandai dengan paparan debu logam, asap proses peleburan, gas buang, serta partikel halus yang dihasilkan dari aktivitas pembakaran dan pengolahan material. Kondisi ergonomi di area *smelting* pun turut memperburuk risiko kelelahan. Lingkungan kerja dipenuhi peralatan besar seperti pipa, konveyor, dan tungku yang membuat ruang gerak terbatas.

Pemilihan lokasi penelitian di PT ANTAM Tbk UBPN Kolaka juga didasarkan pada pengalaman peneliti yang telah melaksanakan program magang selama kurang lebih dua bulan. Selama kegiatan magang tersebut, peneliti memperoleh kesempatan untuk mengamati secara langsung proses kerja di area *smelting*, memahami karakteristik lingkungan kerja, serta mengenali potensi risiko keselamatan dan kesehatan kerja yang dihadapi oleh pekerja.

Urgensi penelitian semakin kuat dengan adanya temuan observasi awal, berdasarkan hasil pengukuran gejala kelelahan kerja melalui instrumen kuesioner berbasis *Google Form* terhadap 24 pekerja *smelting* PT ANTAM Tbk UBPN Kolaka menunjukkan bahwa sebanyak 11 responden mengalami kelelahan kerja. Hasil kuesioner *Heat Strain Score Index* (HSSI) menunjukkan bahwa pekerja yang mengalami kelelahan kerja merasakan paparan panas yang cukup tinggi, ditandai dengan keringat berlebihan, rasa haus, serta rasa tidak nyaman terhadap suhu lingkungan kerja. Berdasarkan kuesioner beban kerja, responden cenderung merasakan beban kerja sedang hingga berat, dengan pekerjaan yang bersifat berulang dan waktu istirahat yang terbatas. Kondisi kelelahan kerja tersebut juga diperkuat oleh adanya keluhan

Faktor Yang Berhubungan Dengan Kelelahan Kerja Pada Pekerja Smelting PT. Antam (Persero) Tbk UBPN Kolaka musculoskeletal disorders (MSDs) seperti nyeri dan kaku pada bahu, punggung, pinggang, dan kaki, serta keluhan subjektif gangguan pernapasan seperti sesak napas dan batuk pada sebagian responden.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan analitik observasional menggunakan desain Cross Sectional. Desain ini digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel independen dan variabel dependen yang diukur secara bersamaan dalam satu waktu. Penelitian dilaksanakan pada unit kerja Smelting PT Antam Persero Tbk UBPN Kolaka pada bulan Maret sampai April 2026. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh karyawan bagian smelting sebanyak 120 orang. Teknik pengambilan sampel menggunakan total sampling, sehingga seluruh populasi dijadikan sebagai sampel penelitian. Sampel terdiri atas karyawan Smelting 1 dan 2 Department sebanyak 44 orang, Smelting 3 Department sebanyak 39 orang, dan Smelting 4 Department sebanyak 37 orang. Variabel dependen dalam penelitian ini adalah kelelahan kerja, sedangkan variabel independen meliputi lama kerja, paparan panas, beban kerja, keluhan subjektif gangguan pernapasan, dan Musculoskeletal Disorders (MSDs).

Instrumen penelitian yang digunakan berupa kuesioner, alat pengukuran fatigue untuk menilai tingkat kelelahan kerja, serta perangkat pendukung seperti handphone berkamera, alat tulis, laptop, dan aplikasi SPSS. Hasil uji validitas menunjukkan seluruh item pertanyaan dinyatakan valid, sedangkan uji reliabilitas memperoleh nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,984 yang menunjukkan reliabilitas sempurna. Data penelitian terdiri atas data primer yang diperoleh melalui wawancara menggunakan kuesioner dan data sekunder yang diperoleh dari Occupational Health Department PT Antam Persero Tbk UBPN Kolaka.. Analisis data dilakukan secara univariat untuk menggambarkan distribusi masing-masing variabel dan bivariat menggunakan uji Spearman's rho dengan tingkat kemaknaan $\alpha = 0,05$ dan tingkat kepercayaan 95% untuk mengetahui hubungan antara faktor-faktor kerja dengan kelelahan kerja pada pekerja smelting. Hasil penelitian kemudian disajikan dalam bentuk tabel, grafik, dan uraian naratif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil

1) Karakteristik Responden Berdasarkan Umur

Tabel 1. Karakteristik Responden Berdasarkan Umur Pada Pekerja *Smelting* PT. Antam (Persero) Tbk UBPN Kolaka

Variabel	Mean \pm SD	Mode	Min-Max
Umur	38,4 \pm 9,3	32	19-55

Berdasarkan hasil analisis univariat pada variabel umur, diperoleh rata-rata umur

responden sebesar 38,4 tahun dengan standar deviasi 9,3. Umur responden yang paling banyak terdapat pada usia 32 tahun, dengan usia responden termuda adalah 19 tahun, sedangkan usia responden tertua adalah 55 tahun.dengan umur minimum 19 tahun dan maksimum 55 tahun.

2) Karakteristik Responden Berdasarkan Jenis Kelamin

Tabel 2. Karakteristik Responden Berdasarkan Jenis Kelamin Pada Pekerja *Smelting* PT. Antam (Persero) Tbk UBPN Kolaka

Jenis Kelamin	Frekuensi	Persentase (%)
Laki- Laki	120	100
Perempuan	0	0
Total	120	100

Berdasarkan hasil analisis univariat jenis kelamin, dari total 120 responden, seluruh responden berjenis kelamin laki-laki yaitu sebanyak 120 orang (100%), sedangkan responden perempuan tidak ada (0%).

3) Karakteristik Responden Berdasarkan Masa Kerja

Tabel 3. Karakteristik Responden Berdasarkan Masa Kerja Pada Pekerja *Smelting* PT. Antam (Persero) Tbk UBPN Kolaka

Variabel	Mean \pm SD	Mode	Min-Max
Masa Kerja	12,8 \pm 7,3	10	1-32

Berdasarkan hasil analisis univariat pada variabel masa kerja, diperoleh rata-rata masa kerja responden sebesar 12,8 tahun dengan standar deviasi 7,3 tahun yang menunjukkan adanya variasi masa kerja yang cukup besar antar responden. Masa kerja responden yang paling banyak ditemukan berada pada 10 tahun, dengan masa kerja responden berada antara 1 tahun sebagai masa kerja terendah hingga 32 tahun sebagai masa kerja terlama.

4) Karakteristik Responden Berdasarkan Unit Kerja

Tabel 4. Karakteristik Responden Berdasarkan Unit Kerja Pada Pekerja *Smelting* PT. Antam (Persero) Tbk UBPN Kolaka

Unit Kerja	Frekuensi	Persentase (%)
<i>Smelting</i> 1	5	4
<i>Smelting</i> 2	39	33
<i>Smelting</i> 3	39	33
<i>Smelting</i> 4	37	31
Total	120	100

Berdasarkan tabel tersebut, diketahui bahwa dari total 120 responden, mayoritas bekerja di unit *Smelting* 2 dan *Smelting* 3 dengan jumlah masing-masing sebanyak 39 orang

(33%). Selanjutnya, responden di unit *Smelting* 4 berjumlah 37 orang (31%), sedangkan unit *Smelting* 1 merupakan yang paling sedikit yaitu sebanyak 5 orang (4%).

5) Karakteristik Responden Berdasarkan Kelelahan Kerja

Tabel 5. Karakteristik Responden Berdasarkan Kelelahan Kerja Pada Pekerja PT. Antam (Persero) Tbk UBPN Kolaka

Variabel	Mean ± SD	Mode	Min-Max
Kelelahan Kerja	453,2 ± 190,9	189	153-895

Berdasarkan hasil analisis univariat pada variabel kelelahan kerja, diperoleh rata-rata skor kelelahan kerja responden sebesar 453,2 dengan standar deviasi 190,9 yang menunjukkan adanya variasi tingkat kelelahan kerja yang cukup besar antar responden. Tingkat kelelahan kerja responden yang paling banyak ditemukan berada pada skor 189, dengan skor kelelahan kerja nilai terendah 153 dan skor kelelahan kerja nilai tertinggi 895.

6) Karakteristik Responden Berdasarkan Lama Kerja

Tabel 6. Karakteristik Responden Berdasarkan Lama Kerja Pada Pekerja *Smelting* PT. Antam (Persero) Tbk UBPN Kolaka

Variabel	Mean ± SD	Mode	Min-Max
Lama Kerja	45,8 ± 6,0	48	32-70

Berdasarkan hasil analisis univariat pada variabel lama kerja, diperoleh rata-rata lama kerja responden sebesar 45,8 dengan standar deviasi 6,0 yang menunjukkan bahwa sebaran data nilai lama kerja responden cenderung homogen karena nilai standar deviasinya yang relatif kecil. Lama kerja yang paling banyak ditemukan pada responden adalah 48 yaitu hasil dari 8 jam kerja selama 6 hari kerja dalam seminggu, dengan waktu lama kerja responden berada di antara 32 sebagai nilai terendah hingga 70 sebagai nilai tertinggi.

7) Karakteristik Responden Berdasarkan Paparan Panas

Tabel 7. Karakteristik Berdasarkan Paparan Panas Pada Pekerja *Smelting* PT. Antam (Persero) Tbk UBPN Kolaka

Variabel	Mean ± SD	Mode	Min-Max
Paparan Panas	29,2 ± 12,2	42	5-48

Berdasarkan hasil analisis univariat pada variabel paparan panas, diperoleh rata-rata paparan panas responden sebesar 29,2 dengan standar deviasi 12,2 menunjukkan adanya variasi tingkat paparan panas yang cukup besar antar responden karena nilai standar deviasi yang relatif besar. Paparan panas yang paling banyak ditemukan pada responden adalah 42, dengan nilai paparan panas responden berada di antara 5 sebagai nilai terendah hingga 48

sebagai nilai tertinggi.

8) Karakteristik Responden Berdasarkan Beban Kerja

Tabel 8. Karakteristik Responden Berdasarkan Beban Kerja Pada Pekerja *Smelting* PT. Antam (Persero) Tbk UBPN Kolaka

Variabel	Mean ± SD	Mode	Min-Max
Beban Kerja	26,1 ± 6,3	27	11-36

Berdasarkan hasil analisis univariat pada variabel beban kerja, diperoleh rata-rata skor beban kerja responden sebesar 26,1 dengan standar deviasi 6,3 yang menunjukkan bahwa sebaran data nilai beban kerja responden cenderung homogen (seragam) karena nilai standar deviasinya yang relatif kecil jika dibandingkan dengan nilai rata-ratanya. Skor beban kerja yang paling banyak ditemukan pada responden adalah 27, dengan skor beban kerja responden berada di antara 11 sebagai nilai terendah dan 36 sebagai nilai tertinggi.

9) Karakteristik Responden Berdasarkan Keluhan Subjektif Gangguan Pernapasan

Tabel 9. Karakteristik Responden Berdasarkan Keluhan Subjektif Gangguan Pernapasan Pada Pekerja *Smelting* PT. Antam (Persero) Tbk UBPN Kolaka

Variabel	Mean ± SD	Mode	Min-Max
Keluhan Subjektif Gangguan Pernapasan	17,8 ± 7,2	8	8-32

Berdasarkan tabel, rata-rata skor keluhan subjektif gangguan pernapasan responden adalah 17,8 dengan standar deviasi sebesar 7,2 yang menunjukkan adanya variasi tingkat keluhan yang cukup besar antar responden karena nilai standar deviasinya yang relatif besar jika dibandingkan dengan nilai rata-ratanya. Skor keluhan subjektif gangguan pernapasan yang paling banyak ditemukan pada responden adalah 8. Adapun rentang skor keluhan subjektif gangguan pernapasan responden berada di antara 8 sebagai nilai terendah hingga 32 sebagai nilai tertinggi.

10) Karakteristik Responden Berdasarkan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs)

Tabel 1 Karakteristik Responden Berdasarkan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) Pada Pekerja *Smelting* PT. Antam (Persero) Tbk UBPN Kolaka

Variabel	Mean ± SD	Mode	Min-Max
<i>Musculoskeletal Disorders</i> (MSDs)	65,3 ± 24,1	28	28-112

Berdasarkan hasil analisis univariat pada variabel *musculoskeletal disorders* (MSDs), diperoleh rata-rata skor keluhan responden sebesar 65,3 dengan standar deviasi 24,1 yang menunjukkan adanya variasi tingkat keluhan otot rangka yang cukup besar antarresponden

karena nilai standar deviasinya yang relatif besar jika dibandingkan dengan nilai rata-ratanya. Skor keluhan MSDs responden sebesar 28, dengan skor *musculoskeletal disorders* (MSDs) responden berada di antara 28 sebagai nilai terendah hingga 112 sebagai nilai tertinggi.

11) Uji Normalitas

Tabel 11 Hasil Uji Normalitas

Variabel	Sig. (<i>Kolmogorov-Smirnov</i>)	Sig. (<i>Shapiro-Wilk</i>)	Keterangan
Kelelahan Kerja	0,008	0,002	Tidak Normal
Lama Kerja	0,000	0,000	Tidak Normal
Paparan Panas	0,001	0,000	Tidak Normal
Beban Kerja	0,000	0,000	Tidak Normal
Keluhan Subjektif Gangguan Pernapasan	0,000	0,000	Tidak Normal
<i>Musculoskeletal Disorders</i>	0,005	0,000	Tidak Normal

Berdasarkan hasil uji normalitas menggunakan metode *Kolmogorov-Smirnov* dan *Shapiro-Wilk*, diperoleh nilai signifikansi pada variabel total kelelahan kerja sebesar 0,008 dan 0,002. variabel total lama sebesar 0,000 dan 0,000, variabel Total paparan panas 0,001 dan 0,000, variabel total beban kerja sebesar 0,000 dan 0,000, variabel total keluhan subjektif gangguan pernapasan sebesar 0,000 dan 0,000, serta variabel total *musculoskeletal disorders* sebesar 0,005 dan 0,000. Seluruh nilai signifikansi tersebut lebih kecil dari 0,05, sehingga data penelitian dinyatakan tidak berdistribusi normal. Dengan demikian, analisis data dalam penelitian ini menggunakan statistik nonparametrik.

12) Hubungan Lama Kerja Dengan Kelelahan kerja

Tabel 12 Hubungan Lama Kerja Dengan Kelelahan Kerjs Pada Pekerja Smelting PT. Antam (persero) Tbk UBPN Kolaka

Variabel Independen	Variabel Dependen	N	(r)	P-Value	Kekuatan Hubungan	Keterangan
Lama Kerja	Kelelahan Kerja	120	0,180	0,049	Sangat Lemah	Ada hubungan yang signifikan

Hasil penelitian setelah dilakukan uji *Spearman's rho* mendapatkan nilai *p-value* sebesar 0,049 ($\rho < 0,05$). Berdasarkan uji statistik tersebut, dapat disimpulkan bahwa

terdapat hubungan yang signifikan antara lama kerja dengan kelelahan kerja pada tenaga kerja bagian *smelting*. Nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,180 menunjukkan kekuatan hubungan yang sangat lemah dengan arah hubungan yang positif, yang berarti semakin lama waktu kerja responden, maka tingkat kelelahan kerja juga akan semakin meningkat.

13) Hubungan Paparan Panas Dengan Kelelahan Kerja

Tabel 13 Hubungan Paparan Panas Dengan Kelelahan Kerja Pada Pekerja *Smelting* PT. Antam (persero) Tbk UBPN Kolaka

Variabel Independen	Variabel Dependen	N	(r)	<i>P-Value</i>	Kekuatan Hubungan	Keterangan
Paparan Panas	Kelelahan Kerja	120	0,039	0,669	Sangat Lemah	Tidak ada hubungan

Hasil penelitian setelah dilakukan uji *Spearman's rho* mendapatkan nilai *p-value* sebesar 0,669 ($p > 0,05$). Berdasarkan uji statistik tersebut, dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara paparan panas dengan kelelahan kerja pada tenaga kerja bagian *smelting*. Nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,039 menunjukkan arah hubungan positif dengan kekuatan yang sangat lemah, yang secara teoretis berarti semakin tinggi paparan panas yang diterima maka tingkat kelelahan kerja juga cenderung meningkat.

14) Hubungan Beban Kerja Dengan Kelelahan Kerja

Tabel 14. Hubungan Beban Kerja dengan Kelelahan Kerja Pada Pekerja Smelting PT. Antam (persero) Tbk UBPN Kolaka

Variabel Independen	Variabel Dependen	N	(r)	P-Value	Kekuatan Hubungan	Keterangan
Beban Kerja	Kelelahan Kerja	120	-0,073	0,363	Sangat Lemah	Tidak ada hubungan

Hasil penelitian setelah dilakukan uji *Spearman's rho* mendapatkan nilai *p-value* sebesar 0,363 ($\rho > 0,05$). Berdasarkan uji statistik tersebut, dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara beban kerja dengan kelelahan kerja pada tenaga kerja bagian *smelting*. Nilai koefisien korelasi (*r*) sebesar -0,073 menunjukkan arah hubungan yang negatif dengan kekuatan yang sangat lemah, secara teoretis menunjukkan arah hubungan yang berlawanan arah, yang berarti semakin tinggi beban kerja maka tingkat kelelahan kerja justru cenderung semakin menurun.

15) Hubungan Keluhan Subjektif Gangguan Pernapasan Dengan Kelelahan Kerja

Tabel 15 Hubungan Keluhan Subjektif Gangguan Pernapasan Dengan Kelelahan Kerja Pada Pekerja Smelting PT. Antam (persero) Tbk UBPN Kolaka

Variabel Independen	Variabel Dependen	N	(r)	P-Value	Kekuatan Hubungan	Keterangan
Keluhan Subjektif Gangguan Pernapasan	Kelelahan Kerja	120	0,049	0,596	Sangat Lemah	Tidak ada hubungan signifikan

Hasil penelitian menggunakan uji *Spearman's rho* menunjukkan nilai *p-value* sebesar 0,596 ($\rho > 0,05$). Hal ini berarti tidak terdapat hubungan signifikan antara gangguan pernapasan dengan kelelahan kerja pada karyawan bagian *smelting*. Nilai korelasi (*r*) sebesar 0,049 menunjukkan kekuatan hubungan yang positif dengan kekuatan yang sangat lemah, secara teoretis berarti semakin tinggi keluhan subjektif gangguan pernapasan maka tingkat kelelahan kerja juga cenderung meningkat.

16) Hubungan Musculoskeletal Disorders (MSDs) Dengan Kelelahan Kerja

Tabel 16 Hubungan Musculoskeletal Disorders Dengan Kelelahan Kerja

Variabel Independen	Variabel Dependen	N	(r)	P-Value	Kekuatan Hubungan	Keterangan
Musculoskeletal Disorders (MSDs)	Kelelahan Kerja	120	0,163	0,075	Sangat Lemah	Tidak ada hubungan signifikan

Hasil penelitian menggunakan uji *Spearman's rho* menunjukkan nilai *p-value*

sebesar 0,075 ($\rho > 0,05$). Hal ini berarti tidak terdapat hubungan antara keluhan *musculoskeletal* dengan kelelahan kerja pada karyawan bagian *smelting*. Nilai korelasi (r) sebesar 0,163 menunjukkan arah hubungan yang positif dengan kekuatan yang sangat lemah secara teoretis berarti semakin tinggi *musculoskeletal Disorders* (MSDs) yang dirasakan maka tingkat kelelahan kerja juga cenderung meningkat.

b. Pembahasan

Lama kerja adalah durasi bekerja selama sehari. Lama kerja seseorang yang mampu bekerja dengan baik pada umumnya kurang dari 8 jam. Tidak disertainya efisiensi, efektivitas, dan produktivitas kerja yang optimal merupakan penyebab dari terjadinya memperpanjang waktu kerja lebih dari kemampuan kerja, sehingga biasanya dapat menyebabkan penurunan kualitas dan hasil kerjaserta bekerja dengan waktu yang berkepanjangan dapat menimbulkan kecenderungan untuk terjadinya kelelahan, gangguan kesehatan, penyakit dan kecelakaan serta ketidakpuasan (Pabumbun *et al.*, 2022).

Pada pekerja bagian *smelting*, kondisi ini menjadi lebih penting untuk diperhatikan karena pekerjaan dilakukan dalam lingkungan industri yang membutuhkan konsentrasi, kewaspadaan, dan kesiapan fisik yang tinggi. Pekerja dituntut untuk tetap fokus dalam menjalankan tugas operasional, sehingga durasi kerja yang panjang berpotensi menyebabkan munculnya rasa lelah, mengantuk, dan berkurangnya kewaspadaan saat bekerja, kondisi tersebut dapat berdampak pada penurunan produktivitas serta meningkatkan risiko kelelahan kerja. Selain itu, durasi kerja yang panjang dan dilakukan secara terus-menerus dapat menyebabkan tubuh mengalami penurunan kondisi fisik akibat penggunaan energi dalam waktu yang lama.

Hubungan signifikan yang ditemukan pada penelitian ini menunjukkan bahwa lama kerja memiliki kontribusi terhadap munculnya kelelahan kerja pada tenaga kerja *smelting*. Semakin lama durasi kerja yang dijalani, maka semakin besar kemungkinan tubuh mengalami penurunan kapasitas kerja akibat penggunaan energi secara terus-menerus sehingga memicu kelelahan fisik maupun mental, meskipun demikian kekuatan hubungan yang sangat lemah menunjukkan bahwa pengaruh lama kerja terhadap kelelahan kerja relatif kecil. Hal ini mengindikasikan bahwa kelelahan kerja kemungkinan juga dipengaruhi oleh faktor lain, seperti kondisi lingkungan kerja, pola istirahat, kualitas tidur, status kesehatan, usia, serta kemampuan adaptasi masing-masing pekerja terhadap tuntutan pekerjaan. Adanya hubungan signifikan dengan kekuatan sangat lemah juga dapat menunjukkan bahwa sebagian pekerja telah memiliki kemampuan adaptasi terhadap ritme kerja di area *smelting*. Pengalaman kerja, kebiasaan kerja, dan toleransi tubuh terhadap aktivitas rutin dapat membantu pekerja dalam mengelola energi serta menyesuaikan diri terhadap tuntutan pekerjaan sehari-hari.

Pada area *smelting* PT. Antam (Persero) Tbk. UBPN Kolaka, pekerja berhadapan dengan lingkungan kerja yang memiliki suhu relatif tinggi akibat aktivitas produksi dan proses operasional, di mana masih terdapat pekerja yang mengalami kesulitan beradaptasi terhadap kondisi panas, terutama pada saat proses *tapping*, di mana pekerja berhadapan langsung dengan sumber panas dari *furnace* dengan suhu sekitar $\pm 1200^{\circ}\text{C}$. Selain itu, suhu pada area produksi yang tidak bersentuhan langsung dengan *furnace* juga masih berada pada kisaran $33\text{--}39^{\circ}\text{C}$. Kondisi ini menunjukkan bahwa lingkungan kerja *smelting* secara umum memiliki suhu yang tinggi sebagai bagian dari proses produksinya. Namun, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa paparan panas tidak memiliki hubungan signifikan dengan kelelahan kerja. Tidak ditemukannya hubungan yang signifikan dapat disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah kemampuan adaptasi pekerja terhadap lingkungan panas. Pekerja yang telah terbiasa bekerja di area *smelting* cenderung memiliki toleransi tubuh yang lebih baik terhadap suhu tinggi sehingga dampak panas terhadap kelelahan dapat diminimalkan.

Beban kerja yang tinggi memerlukan konsentrasi yang besar serta penggunaan energi fisik yang lebih banyak. Namun hasil penelitian ini tidak ditemukan hubungan signifikan dalam penelitian ini diduga dipengaruhi oleh adanya kemampuan adaptasi pekerja terhadap rutinitas kerja di lingkungan *smelting*, dan dapat dipengaruhi oleh faktor lain yang lebih dominan dalam memengaruhi kelelahan kerja. Pekerja yang telah berpengalaman cenderung memiliki penyesuaian fisik dan kebiasaan kerja yang lebih baik, sehingga meskipun beban tugas dinilai tinggi, seperti pada proses *tapping*, *material handling*, dan *slag handling*, pekerja tetap mampu mengimbangi tuntutan pekerjaan tanpa secara langsung mengalami peningkatan kelelahan kerja. Selain itu, faktor individu seperti usia produktif, pengalaman kerja, serta kapasitas fisik yang masih baik juga memungkinkan pekerja untuk mempertahankan performa kerja meskipun menjalankan aktivitas operasional dengan tuntutan yang cukup tinggi. Pada area *smelting*, pekerja tidak hanya menghadapi tuntutan pekerjaan, tetapi juga kondisi lingkungan kerja seperti suhu panas, durasi kerja, pola istirahat, kondisi fisik, dan faktor individu lainnya. Kondisi tersebut memungkinkan kelelahan kerja pada pekerja lebih dipengaruhi oleh kombinasi berbagai faktor dibandingkan hanya beban kerja semata. Nilai korelasi negatif yang sangat lemah menunjukkan bahwa hubungan antara beban kerja dan kelelahan kerja hampir tidak memiliki pola hubungan yang jelas.

Keluhan subjektif gangguan pernapasan pada pekerja *smelting* dapat muncul akibat paparan debu, asap, gas, maupun partikel hasil proses produksi yang terdapat di lingkungan kerja. Kondisi tersebut berpotensi menimbulkan rasa tidak nyaman, seperti batuk, sesak napas, iritasi tenggorokan, maupun gangguan pernapasan lainnya yang dapat memengaruhi kenyamanan pekerja selama bekerja.

Meskipun di lingkungan kerja *smelting* terdapat potensi paparan debu, asap, serta partikel hasil proses produksi yang dapat terhirup setiap hari oleh pekerja, hasil observasi di lapangan menunjukkan bahwa kondisi tersebut belum sepenuhnya menimbulkan gangguan pernapasan yang berat. Partikel debu yang berada di area kerja dapat masuk ke saluran pernapasan dan menimbulkan keluhan seperti batuk, rasa tidak nyaman di tenggorokan, maupun sesak ringan. Selain itu, dalam kondisi kerja sehari-hari masih ditemukan pekerja yang tidak selalu menggunakan alat pelindung diri secara konsisten, khususnya masker, meskipun paparan di area kerja cukup berisiko.

Namun demikian, hasil penelitian menunjukkan bahwa keluhan subjektif gangguan pernapasan tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan kelelahan kerja. Kondisi ini dapat terjadi karena keluhan yang dirasakan pekerja umumnya berada pada tingkat ringan hingga sedang, sehingga belum memberikan dampak yang berarti terhadap kemampuan fisik dalam menjalankan aktivitas operasional. Selain itu, respons setiap pekerja terhadap paparan lingkungan juga berbeda, sehingga tingkat keluhan yang dirasakan tidak selalu sejalan dengan tingkat kelelahan kerja yang dialami. Meskipun demikian, di area kerja telah dilakukan upaya pengendalian melalui pengawasan keselamatan kerja serta penggunaan alat pelindung diri, sehingga paparan debu, asap, dan partikel hasil proses produksi dapat diminimalkan dan tidak memberikan dampak yang berarti terhadap kondisi pekerja. Dengan adanya kondisi tersebut, keluhan subjektif gangguan pernapasan yang dialami pekerja tidak sampai mengganggu aktivitas operasional secara langsung dan tidak berhubungan secara signifikan dengan kelelahan kerja pada tenaga kerja bagian smelting di PT. Antam (Persero) Tbk UBPN Kolaka.

Pada pekerja bagian *smelting* PT. Antam (Persero) Tbk. UBPN Kolaka, beberapa aktivitas operasional berpotensi memunculkan keluhan muskuloskeletal. Salah satu aktivitas yang berisiko yaitu saat proses menutup jalur *tapping*, di mana pekerja melakukan gerakan berulang sambil berada pada posisi tubuh membungkuk dan mempertahankan postur tertentu selama proses kerja berlangsung. Aktivitas tersebut dapat meningkatkan tekanan pada bagian punggung bawah, bahu, lengan, serta pergelangan tangan sehingga berpotensi menimbulkan rasa pegal, nyeri, maupun ketidaknyamanan fisik. Selain itu, pada proses material *handling*, pekerja juga melakukan aktivitas fisik seperti memindahkan, menarik, mendorong, maupun mengatur material dan peralatan kerja. Aktivitas tersebut membutuhkan penggunaan tenaga fisik yang cukup besar dan dapat memberikan tekanan tambahan pada sistem muskuloskeletal, terutama pada area pinggang, punggung, dan lengan. Aktivitas *slag handling* juga berpotensi menyebabkan keluhan muskuloskeletal karena pekerja sering berada pada posisi berdiri dalam waktu yang relatif lama saat melakukan pemantauan maupun penanganan material sisa proses peleburan. Posisi berdiri statis dalam durasi yang panjang dapat menyebabkan ketegangan otot

pada kaki, pinggang, dan punggung.

Dapat disimpulkan bahwa keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) tidak berhubungan secara signifikan dengan kelelahan kerja pada tenaga kerja bagian *smelting* di PT. Antam (Persero) Tbk. UBPN Kolaka. Hal ini berarti keluhan yang dirasakan pekerja tidak memengaruhi tingkat kelelahan kerja secara langsung.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai faktor yang berhubungan dengan kelelahan kerja pada pekerja smelting PT. Antam Persero Tbk. UBPN Kolaka Tahun 2026, dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan antara lama kerja dengan kelelahan kerja, meskipun hubungan tersebut bersifat positif dengan kekuatan sangat lemah. Sementara itu, paparan panas, beban kerja, keluhan subjektif gangguan pernapasan, dan muskuloskeletal disorders (MSDs) tidak menunjukkan hubungan yang signifikan dengan kelelahan kerja dan memiliki kekuatan hubungan yang sangat lemah. peneliti selanjutnya disarankan menambahkan variabel lain seperti kualitas tidur, stres kerja, kebiasaan merokok, kebisingan, pencahayaan, dan shift kerja agar diperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai faktor-faktor yang memengaruhi kelelahan kerja.

DAFTAR REFERENSI

- Adjani, A. P., & Siregar, P. A. (2023). Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Keluhan Gangguan Pernapasan pada Pekerja Mebel di Kecamatan Medan Satria Kota Bekasi. *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 22(1), 54–59.
- Adur, M. D., Wiyani, W., & Ratri, A. M. (2023). Analisis Kinerja Keuangan Perusahaan Rokok. *Bisnis Dan* <https://doi.org/10.26905/jbm.v5i2.2664>.
- Adytra, L., & Ramdhan, D. H. (n.d.). *Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Kelelahan Kerja Di Pt X Di Jabodetabek*
- Aulia, R., Mayasari, D., & Saftarina, F. (2023). Dampak Paparan Panas di Lingkungan Kerja Terhadap Kesehatan Pekerja. *Medical Profession Journal of Lampung*, 13(3), 239-246.
- Az Zahra, C. S. S., Sumardiyono, S., & Sari, Y. (2024). Hubungan Beban Kerja Fisik Dan Kualitas Tidur Terhadap Kelelahan Kerja Pada Pekerja Wanita Dengan Peran Ganda Di Pt Iskandartex Surakarta. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 12(1), 16–27. <https://doi.org/10.14710/jkm.v12i1.38529>.
- Cahyaningtias, P. R., Febiyani, A., & Pratama, A. Y. (2024). *Pengaruh Beban Kerja Dan Lingkungan Kerja Terhadap Kelelahan Kerja*. 3(1).
- Dinas Tenaga Kerja dan Transmigrasi Provinsi Sulawesi Tenggara. 2025. *Laporan Ketenagakerjaan Provinsi Sulawesi Tenggara Tahun 2025*.
- Dul, J., & Weerdmeester, B. (2017). *Ergonomics for beginners: A quick reference guide* (3rd ed.). Boca Raton: CRC Press.
- Grandjean, E. (2018). *Fitting the task to the human: A textbook of occupational ergonomics* (6th ed.). London: Taylor & Francis.
- Iwan, I., Sabilu, Y., & Hartoyo, A. M. (2025). Hubungan masa kerja, durasi istirahat, kebiasaan

- merokok dan Musculoskeletal Disorder (MSDS) dengan kelelahan kerja pada karyawan PT. Wijaya Inti Nusantara Kendari. *Indonesian Journal of Health Science*, 5(1), 168-181.
- Jacquier-Bret, J., & Gorce, P. (2023). Prevalence of body area work-related musculoskeletal disorders among healthcare professionals: a systematic review. *International journal of environmental research and public health*, 20(1), 841
- Jodie Firjatullah, Christian Wiradendi Wolor, & Marsofiyati Marsofiyati. (2023). Pengaruh Lingkungan Kerja, Budaya Kerja, Dan Beban Kerja Terhadap Kinerja Karyawan. *Jurnal Manuhara: Pusat Penelitian Ilmu Manajemen dan Bisnis*, 2(1), 01-10. <https://doi.org/10.61132/manuhara.v2i1.426>.
- Kroemer, K. H. E., & Grandjean, E. (2019). *Ergonomics: How to design for ease and efficiency*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.
- Mardhiyah, Nur Afni Dinilhaq, Yona Amelia, Adelia Arini, Rully Hidayatullah, & Harmonedi Harmonedi. (2025). Populasi dan Sampel dalam Penelitian Pendidikan: Memahami Perbedaan, Implikasi, dan Strategi Pemilihan yang Tepat. *Katalis Pendidikan: Jurnal Ilmu Pendidikan Dan Matematika*, 2(2), 208-218.
- Melvira, J., & Fauziah, M. (2024). Faktor – Faktor Yang Berhubungan Dengan Kelelahan Kerja Di Perusahaan Jasa Konstruksi PT. X. *Environmental Occupational Health And Safety Journal*, 4(2), 26. <https://doi.org/10.24853/eohjs.4.2.26-34>.
- Mf, M. Y., & Ikhwan, Z. (2024). Risiko Ergonomi, Karakteristik Penjahit, Dan Keluhan Musculoskeletal Disorders (MSDS) Pada Penjahit Di Tanjungpinang Kota. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*, 3(3), 324-333.
- Mukono, H. J. (2008). Pencemaran Udara dan Pengaruhnya terhadap Gangguan Saluran Pernapasan. Surabaya: Airlangga University Press.
- Muspawi, M. (2024). Literatur review: Operasionalisasi variabel dalam penelitian pendidikan: Teori dan aplikasi. *Jurnal XYZ*, 8, 42925-42931.
- Nasution, F. A. P., Nuraeni, Y., & Nuzula, F. (2023). Penerapan Peraturan Pemerintah Mengenai Waktu Kerja dan Waktu Istirahat: Perspektif Jurnalis. *Jurnal Ketenagakerjaan*, 17(2), 105-120. <https://doi.org/10.47198/naker.v17i2.138>.
- Nurhandayani, A. (2023). Pengaruh Lingkungan Kerja, Kepuasan Kerja, dan Beban Kerja terhadap Kinerja. *Jurnal Ekonomi Dan Bisnis Digital (Ekobil)*, 1(2), 108-110. <https://doi.org/10.58765/ekobil.v1i2.65>.
- Oc, S. R. F., Pratiwi, A. D., & Liaran, R. D. (2025). Hubungan Beban Kerja, Status Gizi, Shift Kerja, Kualitas Tidur, Keluhan Msds Dengan Kelelahan Kerja Pada Karyawan Pt. X Tahun 2023. *Jurnal Kesehatan dan Keselamatan Kerja Universitas Halu Oleo*, 5(4).
- Oktafiani, S., & Darnoto, S. (2026). Hubungan Debu Lingkungan Kerja terhadap Gangguan Pernapasan Pada Karyawan. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, 15(02), 173-180.
- Padilah, AlfikaL, & Linmus. (2024). Musyawarah Masyarakat Desa (MMD I dan MMD II) Serta Implementasi Praktif Profesi Kepreawatan KOMunitas di RW 10 RT 01-06 Kecamatan Priuk KOTA Tangerang. *Ilmu Kesehatan*, 4(1), 1-6. <https://doi.org/10.5455/mnj.v1i2.644xa>
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 2014 tentang Pedoman Gizi Seimbang.
- Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 50 Tahun 2012 tentang Penerapan Sistem

Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja.

- Permatasari, V. J., Setyaningsih, Y., & Lestantyo, D. (2024). Pencegahan dan Dampak Efek Paparan Panas dan Kelelahan Otot pada Pekerja Industri dan Konstruksi: Literature Review. *Media Publikasi Promosi Kesehatan Indonesia (MPPKI)*, 7(5), 1148-1154.
- Rahmayanti, S. (2024). Pengaruh Kesehatan Bank (CAR) dan Kebijakan Dividen (DPR) terhadap Pertumbuhan Laba pada Perusahaan Perbankan yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia pada tahun 2018 sampai dengan tahun 2022. *Jurnal Ekonomi dan Bisnis*, 4(2), 330-363.
- Santriyana, N., Dwimawati, E., & Listyandini, R. (2023). Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kelelahan Kerja pada Pekerja Pembuat Bolu Talas Kujang di Home Industry Kelurahan Bubulak Tahun 2022. *Promotor*, 6(4), 402-409. <https://doi.org/10.32832/pro.v6i4.273>.
- Shalahuddin, I., & Rosidin, U. (2024). Recognize and Understand Occupational Safety Injuries Due to Heat or Fire Exposure in Industrial Homes: Kenali dan Pahami Keselamatan Kerja Cidera Akibat Paparan Panas atau Api di Home Industri. *Dinamisia: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 8(5), 1566-1575.
- Sharkey, B. J., & Gaskill, S. E. (2018). *Fitness and health* (7th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Slamet, R., & Wahyuningsih, S. (2022). Validitas Dan Reliabilitas Terhadap Instrumen Kepuasan Kerja. *Aliansi : Jurnal Manajemen Dan Bisnis*, 17(2), 51-58.
- Sugiyono. (2019). *Statistika untuk Penelitian*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Suma'mur, P. K. (2017). *Higiene perusahaan dan kesehatan kerja (Hiperkes)*. Jakarta: Sagung Seto.
- Sumatera, S. (2024). *Analisis Penerapan Kesehatan Dan Keselamatan Kerja (K3) Pertambangan Di Pt Lematang Coal Lestari Safety (K3) In Mining At Pt Lematang Coal Lestari Gunung Raja*. 01(01), 10-14.
- Susilo, J., & Tunjungsari, F. (2023). Resiko Gangguan Pernapasan pada Industri Besi Baja. *CoMPHI Journal: Community Medicine and Public Health of Indonesia Journal*, 3(2), 110-121. <https://doi.org/10.37148/comphijournal.v3i2.109>.
- Suriani, N., Risnita, & Jailani, M. S. (2023). Defenisi Populasi. *Jurnal IHSAN: Jurnal Pendidikan Islam*, 1(2), 24-36
- Tarwaka. (2019). *Ergonomi industri: Dasar-dasar pengetahuan ergonomi dan aplikasi di tempat kerja*. Surakarta: Harapan Press.
- Taufiq Ihsan, Resti Ayu Lestari, & Yanti, R. (2022a). Pengaruh Faktor Lingkungan Kerja terhadap Kelelahan Kerja Industri Semen di Indonesia: Sebuah Review. *Health Care: Jurnal Kesehatan*, 11(1), 1-12. <https://doi.org/10.36763/healthcare.v11i1.128>
- Taufiq Ihsan, Resti Ayu Lestari, & Yanti, R. (2022b). Pengaruh Faktor Lingkungan Kerja terhadap Kelelahan Kerja Industri Semen di Indonesia: Sebuah Review. *Health Care: Jurnal Kesehatan*, 11(1), 1-12. <https://doi.org/10.36763/healthcare.v11i1.128>
- Ulandari, A., Noor, M. S., Noor, I. H., & Nisa, M. A. (2024). Hubungan Beban Kerja, Durasi Kerja, Dan Ritme Sirkadian Terhadap Kelelahan Kerja Perawat. *Syifa'MEDIKA: Jurnal Kedokteran dan Kesehatan*, 15(1), 8-20.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 36 Tahun 2009 tentang Kesehatan.

Wardhana, D. K., & Tejamaya, M. (2024). Tinjauan Literatur: Dampak Kelelahan Kerja pada Kinerja dan Kesehatan Pekerja di Industri Pertambangan. *Jurnal Sehat Indonesia (JUSINDO)*, 6(02), 810–821. <https://doi.org/10.59141/jsi.v6i02.148>

World Health Organization. (2020). *Occupational Health: Stress at the Workplace*. World Health Organization.

Yudi Akbar, F., Onny Setiani, & Yusniar Hanani Darundiati. (2024). Analisis Paparan Debu dengan Gejala Gangguan Pernafasan pada Pekerja Industri Bata: Literature Review: Analysis of Dust Exposure with Symptoms of Respiratory Disorders in Brick Industry Workers: A Literature Review. *Media Publikasi Promosi Kesehatan Indonesia (MPPKI)*, 7(1), 101–109. <https://doi.org/10.56338/mppki.v7i1.4633>