



HUBUNGAN *BURNOUT* DENGAN KINERJA PERAWAT DI IGD RSUD PROF. DR. MARGONO SOEKARJO

The Relationship Between Burnout and Nurses' Performance in the Emergency Department of Prof. Dr. Margono Soekarjo Hospital

**Leny Desti Pratami¹, Nurul Fatwati Fitriana^{2*}, Endiyono³, Ragil
Setiyabudi⁴.**

^{1,2,3,4};Program Studi Ilmu Keperawatan S1, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas
Muhammadiyah Purwokerto, Indonesia
e-mail:* nurulfatwati90@gmail.com

ABSTRAK

Burnout merupakan kondisi kelelahan fisik, emosional, dan mental akibat tuntutan kerja berlebih. Perawat IGD memiliki risiko burnout yang tinggi karena beban kerja dan tekanan emosional yang intens, yang dapat memengaruhi kinerja mereka. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara burnout dengan kinerja perawat di IGD RSUD Prof. Dr. Margono Soekarjo. Penelitian ini menggunakan desain kuantitatif dengan pendekatan deskriptif analitik dan rancangan cross-sectional. Sampel terdiri dari 45 perawat IGD yang diambil menggunakan teknik total sampling. Instrumen penelitian adalah kuesioner Malach Burnout Syndrome (MBS) untuk burnout dan kuesioner kinerja perawat. Data dianalisis dengan statistik deskriptif dan uji Chi-Square. Mayoritas responden mengalami burnout ringan (88,9%) dan memiliki kinerja tinggi (88,9%). Hasil uji Chi-Square menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara burnout dengan kinerja perawat ($p = 0,01$). Simpulan: Semakin rendah tingkat burnout maka semakin tinggi kinerja perawat. Hasil ini menegaskan pentingnya upaya pencegahan burnout untuk menjaga mutu pelayanan keperawatan di IGD.

Kata kunci: burnout, kinerja perawat, IGD, kelelahan kerja

ABSTRACT

Burnout is a condition of physical, emotional, and mental exhaustion caused by excessive work demands. Emergency Department (ED) nurses are at high risk of burnout due to heavy workloads and intense emotional pressure, which may affect their performance. This study aimed to determine the relationship between burnout and nurses' performance in the Emergency Department of Prof. Dr. Margono Soekarjo Hospital. This research used a quantitative approach with a descriptive analytic design and a cross-sectional method. The sample consisted of 45 ED nurses selected using a total sampling technique. The instruments used were the Malach Burnout Syndrome (MBS) questionnaire for burnout and a performance assessment questionnaire for nurses' performance. Data were analyzed using descriptive statistics and the Chi-Square test. The findings showed that most respondents experienced mild burnout (88.9%) and had high performance (88.9%). The Chi-Square test indicated a significant relationship between burnout and nurses' performance ($p = 0.01$). Conclusion: Lower levels of burnout are associated with higher performance. These results emphasize the importance of preventing burnout to maintain the quality of nursing care in the Emergency Department.

Keywords: burnout, nurses' performance, emergency department, work fatigue

Article History:

Received: September 16, 2025; Revised: October 06, 2025; Accepted: October 29, 2025



PENDAHULUAN

Profesi perawat, sebagai tulang punggung sistem kesehatan, kerap menghadapi tuntutan kerja yang intens dan tekanan emosional yang tinggi. Kondisi ini menjadikan perawat sangat rentan terhadap burnout, yaitu fenomena kelelahan akibat pekerjaan yang telah diakui oleh World Health Organization (WHO) dalam Klasifikasi Internasional Penyakit (ICD-11). Burnout meskipun tidak dikategorikan sebagai gangguan medis, memiliki dampak serius yang ditandai dengan kelelahan mental dan emosional serta penurunan prestasi individu (Sujanah et al., 2021).

Data global menunjukkan prevalensi burnout yang cukup tinggi pada perawat. Di Tiongkok, sekitar 16% perawat di unit perawatan kritis mengalami burnout pada tingkat tinggi (Woo et al., 2020). Di Indonesia, situasi lebih mengkhawatirkan karena 83% tenaga kesehatan, dengan proporsi terbesar perawat (50,8%), dilaporkan mengalami burnout pada tingkat sedang hingga berat (Satyawati & Soetjningsih, 2022). Hal ini dapat menurunkan kualitas hidup, produktivitas kerja, bahkan keselamatan pasien (Kemenkes RI, 2022). Studi di RSUD Prof. Dr. Margono Soekarjo Purwokerto juga menunjukkan bahwa 48,4% perawat mengalami burnout tingkat sedang (Subiyono, 2022).

Burnout merupakan kondisi kelelahan berkepanjangan yang memengaruhi aspek fisik, emosional, dan intelektual. Perawat yang mengalaminya cenderung kehilangan sensitivitas, empati, serta mengalami penurunan kinerja (Leiter, 2015; Tanriverdi et al., 2017). Gejalanya meliputi psikosomatik, insomnia, kecemasan, hingga depresi, yang pada akhirnya berdampak pada sikap profesional seperti apatisme dan kesalahan dalam pelayanan (Hadi & Stefanus Lukas, 2024). Faktor penting yang memicu burnout adalah sistem kerja shift, terutama shift malam, yang terbukti meningkatkan risiko kelelahan sedang hingga berat dibanding shift lainnya (Hadi & Stefanus Lukas, 2024).

Burnout berdampak langsung terhadap kinerja perawat. Kinerja, yang didefinisikan sebagai pencapaian individu dalam menyelesaikan tugas dan tanggung jawab (Silaen et al., 2021), dapat menurun akibat burnout. Dall'Ora et al. (2020) serta Tandilangi & Ticoalu (2022) membuktikan bahwa burnout menurunkan kualitas perawatan, meningkatkan risiko kesalahan medis, dan mengurangi keterlibatan perawat dengan pasien. Hal ini sangat berisiko di unit krusial seperti Instalasi Gawat Darurat (IGD) yang beroperasi 24 jam penuh dan menjadi pintu utama layanan rumah sakit (Mariana et al., 2020).

Studi pendahuluan di IGD RSUD Prof. Dr. Margono Soekarjo pada Desember 2024 terhadap 45 perawat menunjukkan bahwa sebagian besar responden mengalami burnout kategori ringan (88,9%) dan memiliki kinerja kategori tinggi (88,9%). Temuan ini menegaskan bahwa burnout merupakan fenomena nyata yang dapat memengaruhi kinerja perawat di lingkungan kerja berintensitas tinggi seperti IGD (Afni & Rahman, 2024). Kinerja perawat merupakan tingkat pencapaian individu dalam melaksanakan tanggung jawab profesional sesuai dengan standar kompetensi, prosedur, dan etika keperawatan, yang mencakup efektivitas, efisiensi, ketepatan, tanggung jawab, dan kualitas asuhan keperawatan yang diberikan (Silaen et al., 2021; Wang et al., 2023). Kinerja yang optimal menggambarkan kemampuan perawat dalam memberikan pelayanan yang aman, responsif, dan berorientasi pada keselamatan pasien. Sebaliknya, burnout dapat menurunkan motivasi, konsentrasi, serta kemampuan

Article History:

Received: September 16, 2025; Revised: October 06, 2025; Accepted: October 29, 2025



pengambilan keputusan klinis yang pada akhirnya berdampak pada penurunan mutu pelayanan (Dall'Ora et al., 2020; Choi et al., 2022). Penelitian ini penting dilakukan untuk mengidentifikasi hubungan burnout dengan kinerja perawat IGD.

Berdasarkan latar belakang tersebut, tujuan penelitian ini adalah menganalisis hubungan antara burnout dengan kinerja perawat di IGD RSUD Prof. Dr. Margono Soekarjo. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan keilmuan keperawatan serta menjadi dasar bagi manajemen rumah sakit untuk merancang strategi pencegahan burnout sehingga kinerja perawat tetap optimal dan kualitas pelayanan kesehatan meningkat.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain deskriptif analitik dan rancangan cross-sectional. Rancangan ini dipilih karena memungkinkan peneliti mengidentifikasi hubungan antara variabel independen dan dependen secara bersamaan pada satu titik waktu. Populasi penelitian adalah seluruh perawat pelaksana yang bekerja di Instalasi Gawat Darurat (IGD) RSUD Prof. Dr. Margono Soekarjo, dengan jumlah total 45 orang. Karena jumlah populasi relatif kecil dan mudah dijangkau, maka digunakan teknik total sampling sehingga seluruh populasi dijadikan sampel penelitian. Dengan demikian, jumlah sampel dalam penelitian ini sama dengan populasi yaitu 45 perawat. Pengumpulan data dilakukan menggunakan instrumen berupa kuesioner. Tingkat burnout diukur menggunakan kuesioner Malach Burnout Syndrome (MBS) yang telah banyak digunakan dalam penelitian sebelumnya dan terbukti valid serta reliabel. Kinerja perawat dinilai dengan menggunakan kuesioner penilaian kinerja perawat yang mencakup aspek efektivitas, ketepatan, dan tanggung jawab kerja. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif untuk menggambarkan karakteristik responden, tingkat burnout, dan kinerja perawat. Analisis bivariat dilakukan menggunakan uji Chi-Square untuk mengetahui hubungan antara burnout dengan kinerja perawat, dengan tingkat signifikansi $p < 0,05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Responden

Karakteristik responden pada penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran umum mengenai profil demografis perawat yang bekerja di Instalasi Gawat Darurat (IGD) RSUD Prof. Dr. Margono Soekarjo. Data karakteristik mencakup jenis kelamin, usia, tingkat pendidikan, masa kerja, dan level perawat klinis (PK). Analisis karakteristik ini penting karena faktor demografis dapat memengaruhi tingkat stres kerja, kerentanan terhadap burnout, serta performa kerja perawat dalam memberikan asuhan keperawatan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa usia, pengalaman kerja, dan tingkat pendidikan berkontribusi terhadap kemampuan perawat dalam mengelola beban kerja dan menjaga stabilitas kinerja (Mariana, Suroto, & Rezki, 2020; Wang, Jiang, & Li, 2023).



Tabel 1. Distribusi Karakteristik Responden Perawat IGD RSUD Prof. Dr. Margono Soekarjo (n = 45)

Karakteristik	n	%
Jenis Kelamin		
Laki-laki	31	68.9
perempuan	14	31.1
Usia		
<25	3	6.7
26-30	10	22.2
31-35	19	42.2
36-40	10	22.2
>40	3	6.7
Pendidikan		
D3	33	73.3
S.kep.Ners	12	26.7
Masa Kerja		
<1 tahun	1	2.2
1-2 tahun	7	15,6
3-4 tahun	14	31,1
>4	3	51,1
Level PK		
PK I	20	44.4
PK II	12	26.7
PK III	11	24.4
PK IV	2	4.4
Jumlah	45	100.0

Mayoritas responden adalah laki-laki sebanyak 31 orang (68,9%), sedangkan perempuan berjumlah 14 orang (31,1%). Usia rata-rata responden adalah 32,91 tahun dengan kelompok usia terbanyak 25–30 tahun (37,8%). Sebagian besar responden berpendidikan Diploma 3 Keperawatan (66,7%), sisanya Sarjana Keperawatan (33,3%). Masa kerja terbanyak adalah lebih dari 4 tahun (51,1%). Berdasarkan level Perawat Klinis (PK), rata-rata responden berada pada PK I–II. Sebagian besar perawat termasuk dalam PK I (44,4%) dan PK II (26,7%), sementara sisanya berada pada PK III (24,4%) dan hanya sebagian kecil di PK IV (4,4%).

Article History:

Received: September 16, 2025; Revised: October 06, 2025; Accepted: October 29, 2025



Analisis Tingkat Burnout dan Kinerja Perawat

Tabel 2. Tingkat burnout

Variabel	n	%
Burnout		
Ringan	40	88.9
Sedang	5	11.1
Jumlah	45	100.0

Tabel 3. Kinerja perawat

Variabel	n	%
Kinerja		
Tinggi	40	88.9
Sedang	5	11.1
Jumlah	45	100.0

Hasil analisis univariat menunjukkan sebagian besar responden mengalami burnout kategori ringan (88,9%) dan memiliki kinerja kategori tinggi (88,9%).

Tabel 4. Analisis Hubungan Antara Burnout Dengan Kinerja perawat

Variabel	Kinerja Perawat						
	Kategori	Tinggi		Sedang		Jumlah	p
		n	%	n	%		
Burnout	Ringan	40	88.9	0	0.0	100	0,01
	Sedang	0	0.0	5	11.1	100	
	Jumlah	40	88.9	5	11.1	45(100)	

Berdasarkan Uji Chi-Square menunjukkan nilai $p = 0,01$ ($<0,05$), artinya terdapat hubungan signifikan antara burnout dan kinerja perawat. Hasil penelitian ini menegaskan bahwa burnout masih menjadi fenomena yang nyata di kalangan perawat, khususnya di Instalasi Gawat Darurat (IGD) RSUD Prof. Dr. Margono Soekarjo. Meskipun sebagian besar responden berada pada kategori burnout ringan (88,9%), masih ada 11,1% perawat yang mengalami burnout sedang. Fakta ini menunjukkan bahwa kondisi kerja di IGD memang berpotensi besar menimbulkan kelelahan emosional, fisik, maupun mental. Hal ini sejalan dengan laporan Kementerian Kesehatan RI (2022) yang menyebutkan bahwa mayoritas tenaga kesehatan di Indonesia menghadapi tingkat burnout sedang hingga berat.

Tingginya proporsi burnout ringan dapat dikaitkan dengan beberapa faktor protektif, seperti pengalaman kerja mayoritas responden yang >4 tahun (51,1%), serta latar belakang pendidikan mayoritas Diploma 3 Keperawatan (66,7%). Pengalaman kerja yang lebih lama berpotensi meningkatkan ketahanan mental dalam menghadapi tekanan kerja, sedangkan pendidikan formal memberikan bekal pengetahuan dalam mengelola stres kerja. Namun, keberadaan perawat dengan burnout sedang tetap perlu mendapat perhatian serius, karena burnout yang tidak dikelola dengan baik dapat berkembang menjadi kelelahan berat yang lebih berisiko terhadap penurunan kinerja dan keselamatan pasien.

Article History:

Received: September 16, 2025; Revised: October 06, 2025; Accepted: October 29, 2025



Temuan penelitian ini juga memperlihatkan bahwa mayoritas perawat memiliki kinerja tinggi (88,9%). Kondisi ini dapat mencerminkan adanya komitmen profesional yang kuat dari perawat IGD dalam memberikan pelayanan optimal meskipun menghadapi risiko burnout. Faktor-faktor seperti dukungan organisasi, kerjasama tim, serta adanya pelatihan rutin kemungkinan turut berkontribusi terhadap kinerja yang tinggi. Studi Wang et al. (2023) mendukung hal ini dengan menyatakan bahwa lingkungan kerja yang mendukung dapat meningkatkan kepuasan kerja dan produktivitas perawat.

Hasil uji Chi-Square menunjukkan adanya hubungan signifikan antara burnout dan kinerja perawat ($p = 0,01$). Artinya, semakin rendah tingkat burnout maka semakin tinggi kinerja perawat, dan sebaliknya. Pola ini sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Maslach bahwa burnout memiliki tiga dimensi (kelelahan emosional, depersonalisasi, dan penurunan prestasi pribadi) yang semuanya berpotensi menurunkan kualitas kerja tenaga kesehatan. Dalam penelitian ini, perawat dengan burnout ringan seluruhnya memiliki kinerja tinggi, sedangkan perawat dengan burnout sedang seluruhnya memiliki kinerja sedang. Fenomena ini menunjukkan adanya hubungan langsung antara kondisi psikologis perawat dengan performa mereka di lapangan.

Hasil ini konsisten dengan penelitian Dall'Ora et al. (2020) yang menemukan bahwa burnout berdampak negatif terhadap keselamatan pasien dan meningkatkan risiko kesalahan medis. Demikian juga dengan Tandilangi & Ticoalu (2022) yang menekankan bahwa burnout pada perawat dapat menurunkan kualitas asuhan keperawatan. Dengan kata lain, keberadaan burnout tidak hanya membahayakan kesejahteraan perawat, tetapi juga berimplikasi pada mutu pelayanan rumah sakit secara keseluruhan. Selain menurunkan mutu pelayanan, burnout juga memengaruhi berbagai aspek kinerja perawat di Instalasi Gawat Darurat (IGD), seperti penurunan kemampuan komunikasi terapeutik, meningkatnya waktu respons terhadap pasien gawat darurat, serta berkurangnya kepatuhan terhadap prosedur keselamatan kerja (Al-Turki et al., 2022; Choi et al., 2022). Kondisi ini berpotensi menurunkan koordinasi tim, menghambat pengambilan keputusan klinis, dan mengurangi efisiensi layanan, yang pada akhirnya berdampak pada peningkatan *patient waiting time* dan risiko *adverse events*. Dengan kata lain, keberadaan burnout tidak hanya membahayakan kesejahteraan fisik dan psikologis perawat, tetapi juga berimplikasi luas terhadap mutu dan keselamatan pelayanan rumah sakit secara keseluruhan. Upaya pencegahan dan manajemen burnout menjadi esensial untuk menjaga kinerja optimal perawat IGD dan memastikan keberlanjutan kualitas layanan keperawatan yang berorientasi pada keselamatan pasien.

Selain itu, hasil penelitian ini juga menguatkan temuan Choi et al. (2022) yang melaporkan bahwa perawat dengan burnout tinggi memiliki risiko 1,5 kali lebih besar melakukan kesalahan medis. Kondisi burnout yang dibiarkan berlarut-larut akan menurunkan empati, meningkatkan depersonalisasi, serta mengurangi kemampuan perawat dalam mengambil keputusan yang cepat dan tepat, yang pada akhirnya membahayakan keselamatan pasien.

Implikasi dari penelitian ini adalah perlunya intervensi sistematis dalam mencegah dan mengelola burnout di kalangan perawat IGD. Manajemen rumah sakit dapat melakukan langkah-langkah preventif seperti penyeimbangan beban kerja, penjadwalan shift yang lebih adil, serta penyediaan konseling psikologis dan pelatihan manajemen stres. Intervensi semacam ini penting karena IGD



merupakan pintu gerbang utama pelayanan rumah sakit yang menuntut performa tinggi dari perawatnya.

Dengan demikian, hasil penelitian ini menegaskan pentingnya upaya pengelolaan burnout secara berkelanjutan. Burnout bukan hanya persoalan individu, melainkan juga isu organisasi yang berdampak langsung pada mutu pelayanan dan keselamatan pasien. Oleh karena itu, investasi pada kesehatan mental dan kesejahteraan perawat perlu dipandang sebagai bagian integral dari strategi peningkatan kualitas layanan di rumah sakit.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa mayoritas perawat IGD RSUD Prof. Dr. Margono Soekarjo adalah laki-laki, berusia rata-rata 32,91 tahun, dengan pendidikan terbanyak Diploma 3 Keperawatan dan pengalaman kerja lebih dari empat tahun. Tingkat burnout perawat sebagian besar berada dalam kategori ringan (88,9%) dan sebagian kecil sedang (11,1%), sementara kinerja perawat mayoritas berada dalam kategori tinggi (88,9%) dan sebagian kecil sedang (11,1%). Analisis bivariat menunjukkan adanya hubungan signifikan antara burnout dan kinerja perawat ($p = 0,01$), yang berarti peningkatan burnout berdampak pada penurunan kinerja.

Kelebihan penelitian ini adalah penggunaan teknik total sampling sehingga seluruh populasi perawat IGD dapat terwakili, sehingga hasil penelitian cukup representatif untuk populasi tersebut. Namun, penelitian ini juga memiliki kekurangan, yaitu pengukuran kinerja hanya dilakukan sekali (sesaat) dan hanya pada shift siang, sehingga hasil belum mencerminkan kondisi perawat secara menyeluruh di semua shift kerja.

Penelitian selanjutnya diharapkan dapat memperluas populasi dengan melibatkan perawat dari unit lain dan lebih dari satu shift kerja, sehingga hasil penelitian lebih komprehensif. Selain itu, faktor-faktor lain seperti gaya kepemimpinan, dukungan organisasi, dan lingkungan kerja juga dapat diteliti lebih lanjut untuk memberikan gambaran yang lebih lengkap mengenai faktor-faktor yang memengaruhi burnout dan kinerja perawat.

UCAPAN TERIMA KASIH

"Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung pelaksanaan penelitian ini."

DAFTAR PUSTAKA

- Afni, Y. and Rahman, A., 2024. Burnout Syndrome pada Perawat di Instalasi Gawat Darurat. *Jurnal PPNI Sumbar*, 1(1), pp.39–45.
- Al-Turki, N.A., Alowais, R.A., Al-Ahmari, R.N. and Al-Hawsawi, A.M., 2022. Burnout and its relationship with job satisfaction among emergency department nurses. *Journal of Emergency Medicine*, 63(4), pp.542–550.
- Choi, M., Kim, H.Y. and Lee, H.S., 2022. Association of nurse burnout with patient safety and quality of care: A systematic review and meta-analysis. *JAMA Network Open*, 5(8), p.e2226921.
- Dall'Ora, C., et al. (2020). *How burnout affects the quality and safety of patient care: A systematic review*. *International Journal of Nursing Studies*, 111, 103659.

Article History:

Received: September 16, 2025; Revised: October 06, 2025; Accepted: October 29, 2025



- Silaen, E., Sitorus, R., & Purba, J. (2021). *Hubungan lingkungan kerja dan kepemimpinan terhadap kinerja perawat pelaksana di rumah sakit*. Jurnal Keperawatan Indonesia, 24(3), 155–164.
<https://doi.org/10.7454/jki.v24i3.1023>
- Hadi, W.A. and Lukas, S., 2024. Burnout pada perawat shift malam. *Seroja Husada Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 1(5), pp.372–383.
<https://doi.org/10.572349/verba.v2i1.363>
- Kemkes RI., 2022. *Profil Kesehatan Indonesia 2021*. Jakarta: Pusdatin Kemkes RI.
- Mariana, E.R., Suroto, S. and Rezki, N.F., 2020. Hubungan karakteristik dan stres kerja perawat terhadap burnout syndrome pada perawat pelaksana di IGD dan ICU RSUD Ratu Zalecha Martapura. *An-Nadaa: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 7(2), p.139. <https://doi.org/10.31602/ann.v7i2.3547>
- Satyawati, C.R. and Soetjningsih, C.H., 2022. Burnout pada tenaga kesehatan selama masa pandemi: Benarkah self-efficacy memiliki pengaruh? *Psikoborneo: Jurnal Ilmiah Psikologi*, 10(4), p.683.
<https://doi.org/10.30872/psikoborneo.v10i4.9226>
- Subiyono, K., 2022. Hubungan burnout dengan kepuasan kerja perawat di ruang rawat inap RSUD WH. *SENTRI: Jurnal Riset Ilmiah*, 1(1), pp.215–222.
<https://doi.org/10.55681/sentri.v1i1.223>
- Sujanah, W., Pratiwi, A.D. and Akifah, A., 2021. Faktor-faktor yang berhubungan dengan burnout syndrome pada perawat di RSUD Bahteramas, Sulawesi Tenggara. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (Undip)*, 9(5), pp.675–680.
<https://doi.org/10.14710/jkm.v9i5.30697>
- Wang, W., Jiang, Q. and Li, Y., 2023. The influence of the nursing practice environment on nurses' job performance: A cross-sectional study. *International Journal of Nursing Studies*, 145, p.104576.
<https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2023.104576>
- Woo, T., Ho, R., Tang, A. and Tam, W., 2020. Global prevalence of burnout symptoms among nurses: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Psychiatric Research*, 123, pp.9–20.
<https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2019.12.015>
- Al-Turki, N.A. et al. (2022). *Burnout and its relationship with job satisfaction among emergency department nurses*. *Journal of Emergency Medicine*, 63(4), 542–550.

Article History:

Received: September 16, 2025; Revised: October 06, 2025; Accepted: October 29, 2025