

Penilaian Terpadu Beban Kerja Fisik Dan Mental Di UKM Kuliner Menggunakan *Cardiovascular Load* Dan NASA-TLX

Galuh Krisna Dewanti^{1*}, Surya Perdana¹, Tiara¹

¹Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Teknik Industri, Universitas Indraprasta PGRI, Jakarta Selatan, Indonesia

Email: ^{1*}galuhkrisnadewanti@gmail.com, ²suryaperdana.st.mm@gmail.com, ³tiaramardi.04@gmail.com

(* : coresponding author)

Abstrak – Usaha kecil dan menengah (UKM) kuliner adalah sektor padat karya di mana pekerja dituntut untuk mengatasi kombinasi beban kerja fisik dan mental dalam aktivitas kerja sehari-hari mereka. Namun, studi ergonomis di sektor ini tetap terbatas dan umumnya menilai beban kerja secara parsial. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan penilaian terpadu terhadap beban kerja fisik dan mental di kalangan pekerja di UKM kuliner dengan menggunakan pendekatan fisiologis dan subjektif. Desain observasi kuantitatif digunakan dan dilakukan di kalangan pekerja UKM kuliner. Beban kerja fisik dinilai menggunakan *Cardiovascular Load* (CVL) berdasarkan respons detak jantung selama aktivitas kerja, sedangkan beban kerja mental dievaluasi menggunakan NASA Task Load Index (NASA-TLX). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pekerja di UKM kuliner mengalami tingkat beban kerja fisik sedang hingga tinggi, terutama karena aktivitas manual dan durasi berdiri yang lama. Selain itu, hasil NASA-TLX mengungkapkan tingkat beban kerja mental sedang hingga tinggi, dengan tuntutan mental, tuntutan temporal, dan upaya yang diidentifikasi sebagai dimensi kontribusi utama. Temuan ini menunjukkan bahwa tuntutan fisik dan mental terjadi secara bersamaan dan berinteraksi dalam satu sistem kerja, yang berpotensi meningkatkan risiko kelelahan terkait kerja dan mengurangi keberlanjutan kinerja pekerja. Penelitian ini menyoroti pentingnya penerapan pendekatan ergonomis terpadu dalam mengevaluasi sistem kerja di UKM kuliner. Dengan menggabungkan indikator fisiologis dan persepsi subjektif, penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih komprehensif tentang karakteristik beban kerja dan berfungsi sebagai dasar ilmiah untuk merancang perbaikan sistem kerja yang lebih ergonomis dan berkelanjutan.

Kata Kunci: Ergonomi Terintegrasi, Beban Kerja Fisik, Beban Kerja Mental, UKM Kuliner, Beban Kardiovaskular

Abstract - Culinary small and medium-sized enterprises (SMEs) are labor-intensive sectors in which workers are required to cope with a combination of physical and mental workload in their daily work activities. However, ergonomic studies in this sector remain limited and generally assess workload in a partial manner. This study aims to conduct an integrated assessment of physical and mental workload among workers in culinary SMEs using both physiological and subjective approaches. A quantitative observational design was employed and conducted among culinary SME workers. Physical workload was assessed using *Cardiovascular Load* (CVL) based on heart rate responses during work activities, while mental workload was evaluated using the NASA Task Load Index (NASA-TLX). The results indicate that workers in culinary SMEs experience moderate to high levels of physical workload, primarily due to manual activities and prolonged standing durations. In addition, NASA-TLX results reveal moderate to high levels of mental workload, with mental demand, temporal demand, and effort identified as the main contributing dimensions. These findings demonstrate that physical and mental demands occur simultaneously and interact within a single work system, potentially increasing the risk of work-related fatigue and reducing the sustainability of worker performance. This study highlights the importance of applying an integrated ergonomic approach in evaluating work systems in culinary SMEs. By combining physiological indicators and subjective perceptions, this study provides a more comprehensive understanding of workload characteristics and serves as a scientific basis for designing more ergonomic and sustainable work system improvements.

Keywords: Integrated Ergonomics, Physical Workload, Mental Workload, Culinary SMEs, Workload

1. PENDAHULUAN

Usaha kecil dan menengah (UKM) memainkan peran strategis dalam penyerapan lapangan kerja dan keberlanjutan ekonomi, khususnya di sektor kuliner yang berorientasi pada karya dan kecepatan layanan. Namun, karakteristik operasional UKM—umumnya ditandai dengan sumber daya yang terbatas, sistem kerja informal, dan penerapan prinsip-prinsip ergonomis yang minimal—membuat pekerja terpapar pada kombinasi simultan dari tuntutan kerja fisik dan mental. Tuntutan fisik berupa tugas manual yang berulang, berdiri berkepanjangan, dan penanganan material manual

sering terjadi bersamaan dengan tuntutan mental yang timbul dari tekanan waktu, multitasking, dan interaksi layanan. Kondisi ini meningkatkan risiko kelelahan, penurunan kinerja, dan masalah kesehatan kerja, terutama jika tidak disertai dengan evaluasi ergonomis yang sistematis (Chambi Quiroz et al., 2025)(Jame Chenarboo et al., 2022a)(Nino et al., 2023).

Literatur ergonomi terbaru secara konsisten menunjukkan bahwa beban kerja mental tidak dapat dipisahkan dari konteks ergonomi fisik. Bukti eksperimental menunjukkan bahwa peningkatan beban kerja mental yang dirasakan dapat secara signifikan memperburuk kualitas postur kerja dan meningkatkan skor risiko postural, bahkan ketika tuntutan fisik dan desain stasiun kerja tetap konstan. Temuan ini diperkuat oleh studi ergonomi terapan yang melaporkan bahwa tekanan temporal dan tuntutan kognitif dikaitkan dengan peningkatan ketidaknyamanan muskuloskeletal dan risiko ergonomis fisik. Oleh karena itu, ergonomi fisik dan kognitif harus dipahami sebagai komponen yang berinteraksi dalam satu sistem kerja daripada sebagai domain independen. (Chambi Quiroz et al., 2025)(Darabzadeh et al., 2025)(Jin et al., 2024).

Namun demikian, penilaian beban kerja mental dalam penelitian ergonomi tetap sangat didominasi oleh instrumen subjektif, khususnya Indeks Beban Tugas NASA (NASA-TLX). NASA-TLX telah diterapkan secara luas di berbagai sektor, termasuk perawatan kesehatan, industri, pendidikan, dan layanan, dan sering diperlakukan sebagai indikator tunggal beban kerja mental. Namun, beberapa studi validasi menunjukkan bahwa NASA-TLX terutama mencerminkan upaya mental yang dirasakan daripada tuntutan tugas yang objektif, sehingga membatasi kemampuan diagnostiknya dalam menjelaskan mekanisme ergonomis. Bahkan dalam studi skala besar yang melibatkan ribuan peserta, ketergantungan eksklusif pada NASA-TLX cenderung menghasilkan temuan deskriptif dan memberikan wawasan terbatas tentang hubungan antara beban kerja, kinerja, kesalahan, atau akumulasi kelelahan.(Sellmann et al., 2026)(Huang et al., 2025)(Braarud, 2021)(Babaei et al., 2025)(Heymer et al., 2025)(Bartolomei et al., 2026).

Kerangka konseptual ergonomi berdasarkan ISO 10075 menekankan pentingnya membedakan antara stres mental sebagai tuntutan eksternal yang timbul dari tugas, lingkungan, dan organisasi kerja, dan ketegangan mental sebagai respons internal individu terhadap tuntutan tersebut. Namun, banyak penelitian kontemporer terus mencampuradukkan konsep-konsep ini dengan hanya mengandalkan penilaian subjektif, tanpa mengintegrasikan indikator fisiologis, perilaku, atau kinerja. Studi lapangan yang mencoba menghubungkan beban kerja fisik dan mental sering tetap pada tingkat korelasional, sehingga gagal menjelaskan mekanisme kausal atau dinamika temporal beban kerja. (Shafiei et al., 2024)(Darabzadeh et al., 2025; Jin et al., 2024).

Kemajuan dalam neuroergonomi dan ergonomi fisiologis menunjukkan bahwa beban kerja mental dapat dinilai secara objektif menggunakan indikator fisiologis dan neurofisiologis. Studi berbasis EEG resolusi tinggi menunjukkan bahwa pola konektivitas otak dan parameter sinkronisasi saraf sangat terkait dengan dimensi spesifik dari beban kerja mental, menyoroti sifatnya yang multidimensi. Selain itu, indikator okular dan kardiovaskular telah terbukti sensitif terhadap perubahan beban kerja mental dan tuntutan tugas. Platform eksperimental terkontrol seperti Multi-Attribute Task Battery (MATB) banyak digunakan untuk memvalidasi indikator ini dalam pengaturan laboratorium. Namun, pendekatan semacam itu masih jarang diterapkan di lingkungan kerja UKM, yang biasanya dinamis dan kurang terstruktur.(Büchli & Troche, 2025; Chai & Li, 2024; Darabzadeh et al., 2025; Maretto et al., 2024).

Dari perspektif ergonomi terapan, kelelahan semakin diakui sebagai mekanisme mediasi utama yang menghubungkan beban kerja dengan kinerja. Studi empiris menunjukkan bahwa beban kerja mental tidak selalu secara langsung mengganggu kinerja tetapi sering memberikan efeknya melalui mediasi kelelahan terkait pekerjaan. Pendekatan berbasis energi lebih lanjut mendukung pandangan ini dengan menunjukkan bahwa kelelahan fisik dan mental berbagi mekanisme metabolisme yang saling terkait, seperti yang dibuktikan menggunakan biomarker seperti laktat keringat dalam konteks kerja industri. Namun demikian, integrasi komprehensif beban kerja fisik, beban kerja mental, dan kelelahan tetap jarang, terutama dalam sistem kerja skala kecil.(Alotaibi et al., 2024; Berthon et al., 2025; Ma et al., 2025).

Beberapa studi lapangan yang dilakukan di lingkungan industri berisiko tinggi telah mulai mengadopsi pendekatan penilaian beban kerja multidimensi dengan menggabungkan evaluasi subjektif, indikator fisiologis, dan ukuran kinerja. Studi ini mengungkapkan bahwa beban kerja mental, kendala fisik, dan desain sistem kerja berinteraksi dalam mempengaruhi waktu penyelesaian tugas dan stabilitas kinerja. Namun, bahkan penelitian ini mengakui kesulitan untuk dengan jelas membongkar kontribusi beban kerja fisik dan mental ketika hanya mengandalkan indikator fisiologis konvensional, sehingga menggarisbawahi perlunya pendekatan yang lebih sensitif terhadap konteks dan berbasis tugas. (Goodridge et al., 2026).

Dalam konteks UKM kuliner, tantangan ergonomis ini menjadi lebih kompleks. Proses kerja biasanya serba cepat, berulang, dan didorong oleh permintaan pelanggan, ditandai dengan variabilitas tugas yang tinggi dan intervensi ergonomis formal yang terbatas. Tinjauan sistematis penelitian ergonomi industri menunjukkan bahwa penilaian ergonomis tetap didominasi oleh metode observasional dan biomekanik, sedangkan beban kerja mental dan interaksinya dengan faktor risiko fisik relatif diabaikan. Kondisi ini menyoroti kesenjangan penelitian yang signifikan di persimpangan ergonomi fisik dan kognitif dalam sistem kerja skala kecil. (Nino et al., 2023).

Mengatasi kesenjangan ini, penelitian ini mengusulkan pendekatan penilaian ergonomis terintegrasi di lingkungan kerja UKM kuliner dengan menggabungkan *Cardiovascular Load (CVL)* sebagai indikator objektif beban kerja fisik dan NASA-TLX sebagai representasi dari beban kerja mental yang dirasakan. Pendekatan ini tidak dimaksudkan untuk menggantikan instrumen subjektif tetapi untuk melengkapinya dengan indikator fisiologis untuk memberikan penggambaran kondisi kerja yang lebih komprehensif. Dengan memposisikan beban kerja fisik dan mental sebagai komponen yang berinteraksi dalam satu sistem kerja, penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi secara teoritis pada pengembangan ergonomi terapan dan secara praktis terhadap desain sistem kerja UKM yang lebih sehat, aman, dan produktif.

2. METODE

2.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain observasional deskriptif dengan pendekatan kuantitatif, yang bertujuan untuk mengevaluasi beban kerja fisik dan mental secara bersamaan di antara pekerja di lingkungan UKM kuliner dunia nyata. Pendekatan ini dipilih karena sesuai untuk memeriksa sistem kerja dinamis yang tidak memungkinkan manipulasi variabel secara eksperimental, seperti yang biasa diterapkan dalam studi ergonomi terapan dalam lingkungan industri dan layanan. Dengan menggabungkan indikator fisiologis dan persepsi subjektif, penelitian ini mengikuti rekomendasi ergonomi kontemporer yang menekankan pentingnya penilaian beban kerja multidimensi dan sensitif konteks. (Darabzadeh et al., 2025; Shafiei et al., 2024) (Goodridge et al., 2026)

2.2. Peserta dan Tempat Studi

Studi ini dilakukan di kalangan pekerja di UKM kuliner, Dimsum Endut, yang beroperasi di bawah sistem kerja manual dengan penekanan kuat pada kecepatan layanan. Para peserta terdiri dari semua pekerja operasional yang terlibat langsung dalam kegiatan produksi dan layanan, sehingga mewakili paparan aktual terhadap beban kerja fisik dan mental. Pendekatan pengambilan sampel total diterapkan untuk menangkap variabilitas penuh beban kerja dalam sistem kerja skala kecil, sejalan dengan rekomendasi dari studi ergonomi yang berfokus pada UKM dan sektor informal. (Nino et al., 2023)

2.3 Prosedur Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan selama jam kerja normal untuk memastikan validitas ekologis pengukuran. Setiap peserta diamati saat melakukan kegiatan kerja rutin, tanpa intervensi atau modifikasi terhadap sistem kerja yang ada. Pendekatan ini konsisten dengan penelitian ergonomi berbasis lapangan yang menekankan pengukuran dalam kondisi kerja aktual untuk menghindari bias yang diinduksi laboratorium. Data yang dikumpulkan termasuk data fisiologis untuk penilaian beban kerja fisik dan data persepsi subjektif untuk penilaian beban kerja mental. Semua pengukuran

dilakukan sesuai dengan prinsip-prinsip etika penelitian, termasuk informed consent dan kerahasiaan data individu. (Goodridge et al., 2026)

2.4. Pengukuran Beban Kerja Fisik

Beban kerja fisik dinilai menggunakan *Cardiovascular Load* (CVL), dihitung berdasarkan perbedaan antara detak jantung kerja dan detak jantung istirahat relatif terhadap detak jantung maksimum. Metode ini banyak digunakan dalam ergonomi kerja untuk mengevaluasi respons fisiologis terhadap tuntutan fisik dan potensi kelelahan terkait pekerjaan. CVL memberikan representasi objektif dari intensitas kerja fisik dan kapasitas kardiovaskular pekerja dan sangat relevan untuk sistem kerja manual yang melibatkan aktivitas berdiri dan berulang yang berkepanjangan, seperti yang ditemukan di UKM kuliner. Penggunaan indikator fisiologis dianggap penting untuk melengkapi penilaian subjektif, karena beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa persepsi pekerja tidak selalu selaras dengan respons fisiologis yang sebenarnya, terutama dalam tugas-tugas yang melibatkan tuntutan fisik dan mental gabungan. (Darabzadeh et al., 2025) (Alotaibi et al., 2024; Goodridge et al., 2026)

2.5. Pengukuran Beban Kerja Mental

Beban kerja mental diukur menggunakan Indeks Beban Tugas NASA (NASA-TLX), yang terdiri dari enam dimensi: tuntutan mental, tuntutan fisik, tuntutan temporal, kinerja, usaha, dan frustrasi. NASA-TLX dipilih karena merupakan salah satu instrumen yang paling banyak digunakan dalam penelitian ergonomi dan faktor manusia, memungkinkan perbandingan temuan di berbagai sektor pekerjaan. Namun, dalam penelitian ini, NASA-TLX tidak diperlakukan sebagai representasi tunggal dari permintaan tugas melainkan sebagai indikator upaya mental yang dirasakan dan tekanan terkait pekerjaan yang dialami oleh pekerja. Interpretasi ini sejalan dengan temuan dalam literatur yang menunjukkan bahwa NASA-TLX terutama mencerminkan upaya mental daripada tuntutan tugas yang objektif dan oleh karena itu harus ditafsirkan dengan hati-hati dan dikombinasikan dengan indikator lain. (Babaei et al., 2025; Braarud, 2021; Heymer et al., 2025; Huang et al., 2025; Sellmann et al., 2026)

2.6. Analisis Data

Analisis data dilakukan secara deskriptif untuk mengkarakterisasi tingkat beban kerja fisik dan mental dalam sistem kerja UKM kuliner. Nilai CVL dianalisis untuk mengidentifikasi kategori intensitas kerja fisik dan potensi kelelahan kardiovaskular, sementara skor NASA-TLX dianalisis untuk menggambarkan beban kerja mental yang dirasakan di setiap dimensi. Pendekatan deskriptif ini konsisten dengan tujuan penelitian pemetaan karakteristik beban kerja secara komprehensif dalam konteks dunia nyata yang telah mendapat perhatian penelitian yang terbatas. Penafsiran hasil dilakukan secara integratif dengan mempertimbangkan keterkaitan antara beban kerja fisik dan mental, sebagaimana direkomendasikan dalam literatur ergonomi yang menekankan analisis holistik sistem kerja. Akibatnya, analisis tidak hanya menggambarkan tingkat beban kerja tetapi juga memberikan dasar ilmiah untuk rekomendasi peningkatan ergonomis yang lebih kontekstual dan dapat diterapkan untuk UKM. (Darabzadeh et al., 2025; Jin et al., 2024; Shafiei et al., 2024)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik beban kerja fisik berdasarkan beban kardiovaskular (CVL)

Hasil penilaian beban kerja fisik menggunakan indikator *Cardiovascular Load* (CVL) menunjukkan bahwa pekerja di UKM kuliner mengalami tingkat beban kerja fisik sedang hingga tinggi. Nilai CVL yang diperoleh mencerminkan respons kardiovaskular yang meningkat selama aktivitas kerja, terutama dalam tugas-tugas yang melibatkan berdiri dalam waktu lama, aktivitas manual berulang, dan penanganan material manual. Temuan ini menunjukkan bahwa sistem kerja yang diterapkan terus menerus menuntut kapasitas fisiologis pekerja, sehingga berpotensi meningkatkan risiko kelelahan terkait kerja jika tidak disertai dengan penjadwalan istirahat yang memadai dan distribusi tugas yang tepat.

Dari perspektif ergonomi, hasil ini konsisten dengan studi lapangan di sektor tenaga kerja manual dan jasa, yang menunjukkan bahwa indikator kardiovaskular sensitif terhadap intensitas kerja fisik dan dapat digunakan untuk mengidentifikasi potensi kelelahan dalam sistem kerja dunia nyata. Selain itu, studi berbasis energi menunjukkan bahwa peningkatan respons fisiologis selama bekerja dikaitkan dengan akumulasi kelelahan fisik, yang dapat mempengaruhi kapasitas kerja jangka pendek dan jangka panjang. Oleh karena itu, temuan CVL dalam penelitian ini menegaskan bahwa beban kerja fisik di UKM kuliner tidak dapat dianggap ringan, meskipun skala perusahaan relatif kecil. (Alotaibi et al., 2024; Darabzadeh et al., 2025; Goodridge et al., 2026) (Berthon et al., 2025).

3.2 Beban Kerja Mental Berdasarkan NASA-TLX

Penilaian beban kerja mental menggunakan Indeks Beban Tugas NASA (NASA-TLX) menunjukkan bahwa pekerja di UKM kuliner mengalami tingkat beban kerja mental sedang hingga tinggi. Dimensi yang paling dominan adalah tuntutan mental, tuntutan temporal, dan usaha, yang mencerminkan tuntutan kognitif yang tinggi, tekanan waktu, dan upaya mental yang dirasakan selama aktivitas kerja. Kondisi ini sejalan dengan karakteristik pekerjaan UKM kuliner, yang membutuhkan kecepatan, akurasi, dan multitasking dalam jangka waktu yang relatif singkat.

Temuan ini konsisten dengan studi ergonomi sebelumnya yang melaporkan bahwa tekanan waktu dan tuntutan kognitif merupakan kontributor utama beban kerja mental di sektor yang berorientasi pada layanan. Namun, sejalan dengan literatur kritis baru-baru ini, skor NASA-TLX dalam penelitian ini ditafsirkan sebagai indikator (Jin et al., 2024; Sellmann et al., 2026) upaya mental yang dirasakan daripada ukuran langsung dari permintaan tugas objektif. Oleh karena itu, hasil NASA-TLX dalam konteks ini lebih tepat dipahami sebagai representasi tekanan subjektif terkait pekerjaan yang dialami oleh pekerja selama kegiatan operasional. (Babaei et al., 2025) (Heymer et al., 2025)

3.3 Integrasi Beban Kerja Fisik dan Mental dalam Sistem Kerja UKM

Analisis mengungkapkan bahwa beban kerja fisik dan mental di UKM kuliner terjadi secara bersamaan dan berinteraksi dalam satu sistem kerja. Pekerja tidak hanya terpapar tuntutan fisik yang relatif tinggi tetapi juga dituntut untuk mengelola tekanan mental yang timbul dari kecepatan produksi, permintaan pelanggan, dan koordinasi tugas. Kondisi ini mendukung pandangan bahwa ergonomi fisik dan ergonomi kognitif tidak dapat dipisahkan dalam analisis sistem kerja dunia nyata, terutama pada UKM yang ditandai dengan sumber daya yang terbatas dan fleksibilitas operasional yang tinggi.

Temuan ini konsisten dengan bukti eksperimental yang menunjukkan bahwa peningkatan beban kerja mental dapat memperburuk postur kerja dan meningkatkan risiko ergonomis fisik, bahkan ketika tuntutan tugas fisik tetap tidak berubah. Studi lain juga melaporkan hubungan antara tekanan mental, permintaan temporal, peningkatan ketidaknyamanan muskuloskeletal, dan risiko postural. Akibatnya, temuan ini memperkuat argumen bahwa evaluasi ergonomis yang berfokus pada dimensi beban kerja tunggal dapat mengabaikan interaksi kritis yang terjadi dalam sistem kerja. (Chambi Quiroz et al., 2025) (Jame Chenarboo et al., 2022)

3.4 Implikasi untuk Kelelahan dan Keberlanjutan Kinerja

Kombinasi beban kerja fisik dan mental yang diidentifikasi dalam penelitian ini memiliki implikasi langsung terhadap potensi perkembangan kelelahan terkait pekerjaan. Literatur ergonomi menunjukkan bahwa beban kerja mental tidak selalu mengarah pada penurunan kinerja langsung tetapi sering memberikan efeknya melalui akumulasi kelelahan, baik fisik maupun mental. Pendekatan berbasis energi lebih lanjut menunjukkan bahwa kelelahan fisik dan mental berbagi mekanisme mendasar yang saling terkait, sehingga peningkatan tuntutan dalam satu dimensi dapat mempercepat perkembangan kelelahan secara keseluruhan. (Ma et al., 2025) (Alotaibi et al., 2024)

Dalam konteks UKM kuliner, kelelahan yang tidak terkelola dapat mengakibatkan penurunan kualitas produk, peningkatan kesalahan kerja, dan peningkatan risiko masalah kesehatan jangka panjang. Oleh karena itu, temuan penelitian ini menyoroti pentingnya manajemen beban kerja yang

sistematis, tidak hanya melalui penyesuaian fisik tetapi juga melalui kecepatan kerja, alokasi tugas, dan desain kerja yang lebih ergonomis.

3.5 Posisi Temuan dalam Literatur Ergonomi

Secara konseptual, temuan penelitian ini selaras dengan kerangka kerja ISO 10075, yang menekankan perbedaan antara tuntutan kerja (stres) dan respons individu (ketegangan). Penggunaan gabungan CVL sebagai indikator fisiologis dan NASA-TLX sebagai indikator persepsi memungkinkan pemahaman yang lebih komprehensif tentang kondisi kerja dibandingkan dengan pendekatan subjektif murni (Bartolomei et al., 2026).

Temuan ini juga melengkapi studi ergonomi berbasis lapangan yang menggarisbawahi perlunya pendekatan penilaian beban kerja multidimensi dan sensitif konteks. (Goodridge et al., 2026)

Dibandingkan dengan studi neuroergonomi berbasis laboratorium yang menggunakan indikator lanjutan seperti EEG, studi ini menawarkan kontribusi praktis dengan menerapkan pendekatan yang lebih sederhana namun relevan secara kontekstual yang cocok untuk lingkungan UKM. Oleh karena itu, penelitian ini menempati posisi penting sebagai jembatan antara pengembangan metodologi ergonomi modern dan kebutuhan praktis sistem kerja skala kecil. (Maretto et al., 2024)

4. KESIMPULAN

Studi ini menunjukkan bahwa pekerja di UKM kuliner secara bersamaan terpapar beban kerja fisik dan mental dalam sistem kerja sehari-hari mereka. Pengukuran menggunakan indikator *Cardiovascular Load* (CVL) menunjukkan bahwa tuntutan kerja fisik berkisar dari sedang hingga tinggi, mencerminkan respons fisiologis yang dapat memicu kelelahan terkait kerja jika tidak dikelola secara memadai. Di sisi lain, penilaian beban kerja mental menggunakan NASA Task Load Index (NASA-TLX) mengungkapkan bahwa pekerja juga mengalami tekanan kognitif yang substansial, terutama dalam kaitannya dengan tuntutan mental, tekanan waktu, dan upaya kerja yang dirasakan.

Temuan ini menegaskan bahwa sistem kerja kuliner UKM tidak dapat dianalisis secara terfragmentasi dengan memeriksa aspek fisik atau mental secara terpisah. Interaksi antara beban kerja fisik dan mental merupakan karakteristik mendasar dari sistem kerja UKM, yang biasanya serba cepat, berulang, dan berorientasi pada layanan. Oleh karena itu, hasil saat ini memperkuat perspektif ergonomi modern bahwa evaluasi beban kerja harus dilakukan secara terpadu untuk mendapatkan representasi kondisi kerja yang lebih akurat dan bermakna.

Dari sudut pandang teoretis, penelitian ini berkontribusi pada pengembangan ergonomi terapan dengan menunjukkan relevansi pendekatan multidimensi terhadap penilaian beban kerja dalam sistem kerja skala kecil. Penggunaan gabungan indikator fisiologis (CVL) dan persepsi subjektif (NASA-TLX) memberikan pemahaman yang lebih komprehensif tentang hubungan antara tuntutan kerja (stres) dan respons pekerja (ketegangan), konsisten dengan kerangka konseptual ISO 10075. Pendekatan ini juga menyoroti keterbatasan hanya mengandalkan instrumen subjektif untuk menjelaskan mekanisme ergonomis di lingkungan kerja dunia nyata.

Dari perspektif praktis, temuan ini memiliki implikasi langsung bagi pengelolaan UKM kuliner. Tuntutan fisik dan mental yang tinggi yang diidentifikasi menunjukkan perlunya perbaikan sistem kerja melalui penyesuaian kecepatan kerja, alokasi tugas yang lebih seimbang, penjadwalan istirahat yang memadai, dan penerapan prinsip-prinsip ergonomis sederhana yang selaras dengan sumber daya UKM yang terbatas. Langkah-langkah tersebut diharapkan dapat mengurangi risiko kelelahan, meningkatkan kenyamanan kerja, dan mendukung produktivitas pekerja yang berkelanjutan.

Beberapa keterbatasan penelitian ini harus diakui. Pertama, desain penelitian deskriptif tidak memungkinkan kesimpulan kausal mengenai hubungan antara beban kerja fisik, beban kerja mental, dan kinerja. Kedua, penilaian beban kerja mental mengandalkan instrumen subjektif, meskipun

dilengkapi dengan indikator fisiologis untuk beban kerja fisik. Oleh karena itu, penelitian di masa depan direkomendasikan untuk mengadopsi desain longitudinal atau eksperimental dan untuk mengintegrasikan indikator objektif tambahan, seperti ukuran kinerja, indeks kelelahan, atau parameter fisiologis lanjutan, untuk menjelaskan lebih lanjut dinamika beban kerja dalam sistem kerja UKM.

Secara keseluruhan, penelitian ini menggarisbawahi pentingnya pendekatan ergonomi terintegrasi dalam mengevaluasi sistem kerja UKM kuliner. Dengan menggabungkan perspektif fisik dan mental dalam kerangka analitis terpadu, penelitian ini memberikan dasar ilmiah yang kuat untuk pengembangan intervensi ergonomis yang lebih kontekstual, dapat diterapkan, dan berpusat pada pekerja yang bertujuan untuk mempromosikan kesejahteraan dan produktivitas..

REFERENCES

- Alotaibi, A., Gambatese, J., & Nnaji, C. (2024). Developing a novel energy-based approach for measuring mental workload. *Heliyon*, *10*(3). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24828>
- Babaei, E., Dingler, T., Tag, B., & Velloso, E. (2025). Should we use the NASA-TLX in HCI? A review of theoretical and methodological issues around Mental Workload Measurement. *International Journal of Human Computer Studies*, *201*. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2025.103515>
- Bartolomei, M., Gervasi, R., Acconito, C., Angioletti, L., Cannizzaro, D., Balconi, M., Mastrogiacomo, L., & Franceschini, F. (2026). Evaluating mental workload: A taxonomic approach to evaluation tools based on ISO 10075. *Applied Ergonomics*, *130*. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2025.104659>
- Berthon, L., Bernard, F., Fleury, S., Paquin, R., & Richir, S. (2025). Multi-dimensional measurement of mental workload in industrial context: an experiment in the field of helicopter maintenance. *Applied Ergonomics*, *129*. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2025.104599>
- Braarud, P. Ø. (2021). Investigating the validity of subjective workload rating (NASA TLX) and subjective situation awareness rating (SART) for cognitively complex human-machine work. *International Journal of Industrial Ergonomics*, *86*. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2021.103233>
- Büchli, A., & Troche, S. J. (2025). The sensitivity of psychophysiological measures to changes in mental workload. *International Journal of Psychophysiology*, *217*. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2025.113262>
- Chai, J., & Li, Y. (2024). Examining mental workload based on multiple physiological signals: Review of the multi-attribute task battery (MATB) technique. In *Medicine in Novel Technology and Devices* (Vol. 24). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.medntd.2024.100340>
- Chambi Quiroz, N., Mauricio, D., Inche Mitma, J., & Sanga, C. (2025). Systematic literature review of Ergonomic evaluation methods in the mining sector (2015-2024). In *Journal of Safety Science and Resilience* (Vol. 6, Number 4). KeAi Communications Co. <https://doi.org/10.1016/j.jnlssr.2025.100215>
- Darabzadeh, S., Iarestani, A., Esmaeili, R., Jalali, M., Farhadi, S., & Ghasemian, H. (2025). Balancing the strain: The dual burden of musculoskeletal discomforts and mental workload in dentists. *Acta Psychologica*, *261*. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2025.105923>
- Goodridge, C. M., Gonçalves, R. C., Arabian, A., Horrobin, A., Solernou, A., Lee, Y. T., Bruneau, A., Lee, Y. M., & Merat, N. (2026). The impact of N-back-induced mental workload and time budget on takeover performance. *Accident Analysis and Prevention*, *225*. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2025.108327>
- Heymer, J., Räßple, D., Ott, M., Dengler, F., Jaki, C., Bent, D., & Hegar, A. (2025). Use of personal protective equipment and cognitive load during cardiopulmonary resuscitation – A randomized cross-over simulation-based study. *Resuscitation Plus*, *23*. <https://doi.org/10.1016/j.resplu.2025.100936>
- Huang, H. B., Sang, K., Zhou, M., Yi, L., Liu, J. Q., Yang, C. Z., Law, B. H. Y., Schmölder, G. M., & Cheung, P. Y. (2025). The perceived workload of first-line healthcare professionals during neonatal resuscitation. *Resuscitation Plus*, *21*. <https://doi.org/10.1016/j.resplu.2025.100866>
- Jame Chenarboo, F., Hekmatshoar, R., & Fallahi, M. (2022a). The influence of physical and mental workload on the safe behavior of employees in the automobile industry. *Heliyon*, *8*(10), e11034. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11034>
- Jame Chenarboo, F., Hekmatshoar, R., & Fallahi, M. (2022b). The influence of physical and mental workload on the safe behavior of employees in the automobile industry. *Heliyon*, *8*(10). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11034>
- Jin, M., Qian, R., Wang, J., Long, J., Yuan, Z., Zeng, L., Liao, D., Liu, X., Tang, S., & Huang, S. (2024). Influencing factors associated with mental workload among nurses: A latent profile analysis. *International Journal of Nursing Sciences*, *11*(3), 330–337. <https://doi.org/10.1016/j.ijnss.2024.04.002>
- Ma, J., Li, H., Fang, B., Zhao, Z., Mehmood, I., Arsalan, A., & Wang, L. (2025). Assessing physical and mental fatigue in construction workers: validating sweat lactate as a biomarker. *Ain Shams Engineering Journal*, *16*(8). <https://doi.org/10.1016/j.asej.2025.103484>

- Maretto, L., Battini, D., Faccio, M., Granata, I., & Jaber, M. Y. (2024). How does the application of augmented reality affect the mental workload of human workers? A collection of preliminary results. *IFAC-PapersOnLine*, 58(19), 760–765. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2024.09.210>
- Nino, V., Claudio, D., & Monfort, S. M. (2023). Evaluating the effect of perceived mental workload on work body postures. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 93. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2022.103399>
- Sellmann, T., Zöllner, K., Nur, M., Oendorf, A., Willmes-Pflüger, M., Wetzchewald, D., & Marsch, S. (2026). The NASA Task Load Index in simulated cardiopulmonary resuscitation. *American Journal of Emergency Medicine*, 100, 73–78. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2025.11.007>
- Shafiei, S. B., Shadpour, S., & Shafqat, A. (2024). Mental workload evaluation using weighted phase lag index and coherence features extracted from EEG data. *Brain Research Bulletin*, 214. <https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2024.110992>