



PAPER – OPEN ACCESS

Pengaruh Pemakaian Alat Pelindung Diri Terhadap Respon Fisiologis dan Respon Subjektif bagi Tenaga Kesehatan

Author : Watri Widyastuti
DOI : 10.32734/ee.v5i2.1568
Electronic ISSN : 2654-704X
Print ISSN : 2654-7031

Volume 5 Issue 2 – 2022 TALENTA Conference Series: Energy & Engineering (EE)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/).
Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



Pengaruh Pemakaian Alat Pelindung Diri Terhadap Respon Fisiologis dan Respon Subjektif bagi Tenaga Kesehatan

¹Watri Widyastuti, ²Fitri Trapsilawati, ³Dhia Atika Anggraini, ⁴Titis Wijayanto

^{1,2,3,4}Universitas Gadjah Mada, Jl. Grafika no.2, Yogyakarta, 55284

¹watriwidyastuti@mail.ugm.ac.id, ²dhia.a.a@mail.ugm.ac.id, ³fitri.trapsilawati@ugm.ac.id, ⁴twijaya@ugm.ac.id

Abstrak

Dalam upaya mencegah risiko *heat-related illness* dan menjaga performansi kerja tenaga medis, identifikasi respon fisiologi dan subjektif yang timbul akibat pemakaian Alat Pelindung Diri (APD) menjadi suatu hal yang penting. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon fisiologis dan subjektif dari tenaga medis ketika memakai APD level 2 dan APD level 3 sesuai panduan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia selama pandemi Covid-19. Penelitian dilakukan dengan pendekatan eksperimen di laboratorium. Subjek penelitian adalah 10 orang wanita yang berprofesi tenaga medis dengan usia $28,8 \pm 2,53$ tahun. Beban kerja fisik diatur setara 65% kapasitas maksimal denyut jantung (HR_{max}). Parameter yang diukur selama aktivitas meliputi parameter fisiologis yakni denyut jantung (HR) dan subjektif meliputi: *thermal sensation*, *thermal comfort*, *clothing comfort*, *skin wetness*, dan *rating of perceived exertion* (RPE). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemakaian APD menghasilkan pola perubahan HR pada kedua kondisi relatif sama yaitu konstan pada fase *baseline*, bergerak naik seiring peningkatan durasi *physical activity*, dan berangsur menurun pada fase *recovery*. Perbedaan antara kedua APD menunjukkan HR yang lebih rendah selama aktivitas sampai akhir pada APD Level 2 ($HR_{end}=106 \pm 3$ bpm) dibandingkan APD Level 3 ($HR_{end}=123 \pm 4$ bpm). Selain itu pemakaian APD Level 3 juga memiliki nilai *thermal sensation*, *thermal comfort*, *clothing comfort*, *heat sensation*, dan *RPE* yang lebih buruk dibandingkan APD Level 2. Hasil ini menunjukkan bahwa pemakaian APD Level 3 berpotensi meningkatkan *heat strain* yang lebih besar dibandingkan penggunaan APD Level 2. Hal tersebut penting diketahui untuk memonitor batasan *heat strain* sehingga beban kerja yang dialami tenaga medis tidak terlalu berat.

Kata Kunci: alat pelindung diri, respon fisiologis, respon subjektif, *heat strain*, tenaga medis

Abstract

To prevent the risk of *heat-related illness* and to maintain work performance for medical personnel, identification of physiological and subjective responses caused by personal protective equipment (PPE) has become important. This study aims to examine how the effect of PPE level 2 and PPE level 3, in accordance with the guidelines Ministry of Health of the Republic of Indonesia during pandemic Covid-19. This study was conducted using primary data with experiments in the laboratory. The total subjects were 10 female medical workers, with the average age of 28.8 ± 2.53 years. Physical workload was set equal to 65% maximum heart rate capacity (HR_{max}). The parameters measured during experiment include physiological parameters specifically heart rate (HR) and subjective include: *thermal sensation*, *thermal comfort*, *clothing comfort*, *skin wetness*, and *rating of perceived exertion* (RPE). The results showed that the use of PPE resulted pattern of changes in HR values in both conditions is relatively the same, constant in the baseline phase, then moves up as the duration of physical activity increases, and gradually decreases in the recovery phase. The difference between the two PPE indicated a lower HR during activity to end at Level 2 PPE ($HR_{end}=106 \pm 3$ bpm) than Level 3 PPE ($HR_{end}=123 \pm 4$ bpm). In addition, Level 3 PPE showed significantly worse subjective responses (*thermal sensation*, *thermal comfort*, *clothing comfort*, *heat sensation*, RPE) as compared to Level 2 PPE. These results indicate that the use of Level 3 PPE had the potential to increase greater *heat strain* than Level 2 PPE. This is important to know to monitor thermal strain limits and decrease medical workers' physical workload.

Keywords: personal protective equipment, physiological response, subjective response, *heat strain*, medical personnel

1. Pendahuluan

Berdasarkan data dari Komite Penanganan Covid-19 dan Pemulihan Ekonomi Nasional sampai dengan bulan Agustus 2021, jumlah terpapar Covid-19 di Indonesia untuk total kasus terkonfirmasi sebesar 4.026.837 dan meninggal 129.293 jiwa. Angka tersebut terus bertambah dan menempatkan Indonesia di urutan ke-13 dari total 223 negara di dunia, untuk jumlah kasus Covid-19 yang telah terkonfirmasi [1].

Selama masa pandemi Covid-19 petugas kesehatan memiliki peran yang sangat besar. Petugas kesehatan yang termasuk dalam National Health Service (NHS) diharuskan memakai personal protective equipment (PPE) atau biasa dikenal dengan sebutan alat pelindung diri (APD) untuk mengurangi resiko tertular atau menularkan penyakit virus dalam hal ini Covid-19. Di Indonesia, dalam upaya penanganan Covid-19 pemerintah sudah menerbitkan panduan resmi yang dibuat oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia terkait standard atau aturan dalam pemakaian Alat Pelindung Diri (APD). Terdapat 3 level pemakaian APD bagi para tenaga medis. APD Level 1 untuk tenaga kesehatan yang bekerja di tempat praktek umum dimana kegiatannya tidak menimbulkan risiko kontaminasi tinggi, serta tidak menimbulkan aerosol. APD yang dipakai terdiri dari masker bedah 3ply, baju kerja, dan sarung tangan karet sekali pakai. APD Level 2 diperuntukkan bagi tenaga kesehatan dan petugas laboratorium yang bekerja di ruang perawatan pasien atau di laboratorium. APD yang dibutuhkan adalah masker bedah 3ply, google, penutup kepala, gaun, dan sarung tangan karet sekali pakai. APD level 3 khusus untuk tenaga kesehatan yang melakukan kegiatan seperti berkontak

langsung dengan pasien yang dicurigai atau sudah terkonfirmasi Covid-19 serta kegiatan lain seperti melakukan tindakan bedah yang menimbulkan aerosol. Kelengkapan dari APD level 3 yaitu masker N95 atau ekuivalen, google dan faceshield, penutup kepala, coverall atau gaun dan apron, sarung tangan karet sekali pakai, boots atau sepatu karet dengan pelindung sepatu [2].

Bahan APD bersifat impermeable dan enkapsulasi yang dapat menghambat pelepasan panas, meningkatkan heat stress, serta meningkatkan suhu kulit dan suhu inti tubuh [3]. Pemakaian APD juga menghalangi cairan ataupun patogen udara masuk ke tubuh manusia, hal ini juga dapat menghalangi keluarnya panas tubuh yang dihasilkan metabolisme tubuh [4]. Selain itu pemakaian APD dapat meningkatkan risiko gangguan kognitif terutama beban fisiologis yang kompleks saat menjalankan tugas [5]. Sebelumnya juga telah dilaporkan bahwa stres fisiologis disebabkan oleh pakaian kedap air yang meningkatkan suhu kulit, detak jantung, dan suhu inti dapat membahayakan keselamatan, kinerja, dan kesejahteraan petugas kesehatan [6]. Menurut HSE [7] pemakaian APD membuat kemampuan tubuh untuk mengevaporasi keringat menjadi berkurang serta mencegah tubuh untuk mengalami kehilangan panas melalui perpindahan panas secara radiasi dan konveksi. Pemakaian APD dalam jangka waktu yang lama diikuti dengan aktivitas untuk penyelesaian tugas bagi para tenaga kerja dapat berpotensi meningkatkan kemungkinan terjadinya heat-related illness [8]. Heat related illness adalah penyakit panas yang disebabkan oleh kelebihan panas dalam tubuh yang mengakibatkan suhu tubuh meningkat di atas normal sehingga tubuh sudah tidak mampu menahan panas tersebut.

Untuk menanggulangi kemungkinan terjadinya heat related illness maka penting diketahui sejak dini tanda – tanda ketika tubuh mengalami heat stress. Salah satunya adalah dengan mengetahui respon fisiologis tubuh yang dapat berfungsi untuk mengetahui kondisi dalam tubuh sehingga dapat mengurangi panas berlebih pada tubuh. Respon fisiologis penting kaitannya dengan usaha tubuh untuk memitigasi efek dari heat stress [9]. Selain respon fisiologis, respon subjektif juga perlu diketahui untuk menanggulangi adanya isu kenyamanan dan beban mental bagi para tenaga kesehatan saat melakukan aktivitas.

Dalam upaya mencegah terjadinya risiko heat strain dan menjaga performa kerja, identifikasi respon fisiologi dan subjektif yang timbul akibat adanya heat stress karena pemakaian APD akan penting kaitannya untuk memonitor batasan heat strain para personel tenaga kesehatan saat bekerja dengan pemakaian APD. Pentingnya pemahaman dan tanda – tanda respon fisiologis serta respon subjektif dapat berkontribusi dalam meningkatkan kepuasan petugas, sehingga beban kerja yang dirasakan tidak terlalu berat.

Hingga saat ini, penelitian tentang pengaruh penggunaan APD bagi tenaga medis terhadap respon fisiologis dan respon subjektif masih sangat sedikit dilakukan. Standard pemakaian APD di Unit Gawat Darurat (UGD) dan perawatan intensif Covid-19 pada rumah sakit rujukan adalah menggunakan APD Level 2 dan APD Level 3 [2]. Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh pemakaian APD level 2 dan APD level 3 sesuai panduan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia [2] terhadap respon fisiologis dan respon subjektif. Sehingga harapannya dengan penelitian ini dapat diketahui bagaimana tanda – tanda respon fisiologis dan respon subjektif bagi tenaga medis saat memakai APD level 2 dan APD level 3 dalam langkah *preventif* untuk menghindari terjadinya *heat strain*.

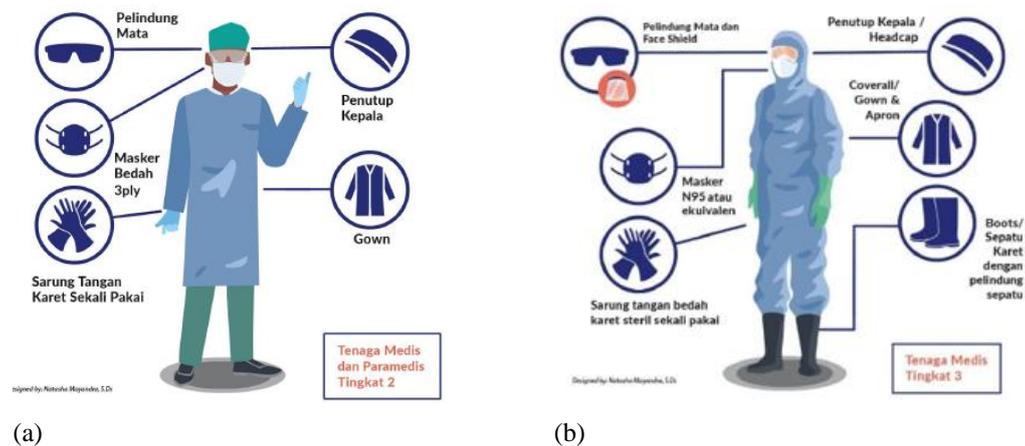
2. Metode Penelitian

2.1. Subjek dan Lokasi Penelitian

Subjek penelitian dalam penelitian ini terdiri dari 10 orang wanita yang berprofesi sebagai tenaga kesehatan (Nakes), berdomisili di Yogyakarta, dalam kondisi sehat, dan tidak dalam masa menstruasi (haid) ketika pengambilan data. Sehat menurut WHO (1948) adalah suatu keadaan yang sempurna baik secara fisik, mental, dan sosial, serta bebas dari penyakit. Subjek penelitian memiliki karakteristik fisik usia $28,8 \pm 2,53$ tahun, tinggi badan $157,9 \pm 7,17$ cm, berat badan $57,55 \pm 6,94$ kg, dan *body surface area* $1,57 \pm 0,12$ m². Penelitian dilakukan di Laboratorium Ergonomika Teknik Industri UGM pada ruangan dengan rata - rata temperatur udara $25,50 \pm 1,08$ °C dan rata – rata kelembaban relatif (RH) sebesar $47,13 \pm 3,68$ %. Penentuan temperatur dan kelembaban udara saat penelitian dilakukan agar dapat merepresentasikan kondisi lingkungan kerja, yaitu ruang perawatan COVID-19 di rumah sakit. Sebelum eksperimen dimulai subjek penelitian mendapat penjelasan mengenai *detail* prosedur eksperimen serta risiko, efek samping dan penanganannya. Seluruh subjek penelitian memberikan persetujuan sebelum berpartisipasi.

2.2. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan untuk melakukan penelitian ini antara lain: *treadmill* (JK EXER 6015), *heart rate monitor* (Polar H10), timbangan digital (TANITA BC-309), alat pengukur tinggi badan, *thermo recorder* (Espec RS-14), dan *Subjective Perception Scales*. Selain peralatan juga diperlukan bahan atau pakaian yaitu APD Level 2 yang terdiri dari: *mask head loop 3ply* (Sensi), *google* medis, penutup kepala, *gown* (Solid), *gloves latex* (Sensi) dan pakaian APD Level 3 terdiri dari: masker N95 (3M 1860 USA Hologram Holo), *google* medis dan *faceshield* medis, penutup kepala, *coverall* (Cozmeed Microporus 70), *gloves latex* (Sensi), dan sepatu karet dengan pelindung sepatu. Sementara untuk pengolahan data menggunakan JASP Statistical Software (version 0.16.9.9) dan IBM SPSS Statistics 23 (Product Version: 23.0.0 Serial Number: NA)



Gambar. 1. (a) APD Level 2 dan (b) APD Level 3 (Kemenkes, 2020)

2.3. Pengukuran Maximum Heart Rate (HR_{max})

Sebelum pelaksanaan eksperimen utama dengan dua kondisi yaitu memakai APD Level 2 dan APD Level 3, dilakukan pengukuran HR_{max} pada hari yang berbeda. Tujuan dilakukan pengukuran HR_{max} adalah untuk mendapatkan data denyut jantung maksimal setiap subjek yang menunjukkan kapasitas fisik maksimal subjek. Level beban kerja yang digunakan saat pengambilan data eksperimen utama adalah 65% dari HR_{max} setiap subjek. Ketika pengukuran HR_{max} , subjek penelitian akan diminta untuk berlari menggunakan pakaian *mediscrub* yang sudah disediakan peneliti agar hasil pengukuran dapat terkontrol. Pengukuran HR_{max} dilakukan dengan menggunakan metode Bruce *et al.* [10] dengan kecepatan lari dan % *gradient treadmill* yang sudah ditentukan.

2.4. Protokol Eksperimen

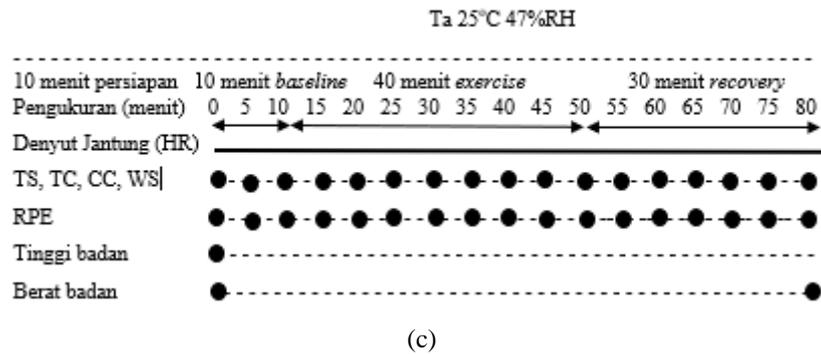
Eksperimen dibagi menjadi dua kondisi yaitu kondisi pada saat subjek mengenakan pakaian APD Level 2 dan APD Level 3. Kedua rangkaian kondisi ini dilakukan di hari yang berbeda dengan selang waktu minimal 24 jam untuk menghindari pengaruh kondisi pada hari sebelumnya. Subjek penelitian menggunakan pakaian dan peralatan yang telah disediakan oleh peneliti. Subjek penelitian melakukan fase *baseline* selama 10 menit, dilanjutkan dengan fase *physical activity* dengan kecepatan 65% HR_{max} selama 40 menit, lalu fase *recovery* selama 30 menit. Dokumentasi eksperimen dan *timeline* pengukuran seluruh data variabel penelitian ditunjukkan pada Gambar. 2. dan Gambar.3.



(a)



(b)



Gambar. 2. (a), (b) Kondisi pakaian dan (c) Timeline Pengukuran Selama Eksperimen

Pada Gambar.3. dapat dilihat bahwa selama eksperimen berlangsung dilakukan pengambilan data respon fisiologis yaitu data denyut jantung (HR) yang diperoleh secara kontinu yang direkam dari awal hingga akhir eksperimen menggunakan *heart rate monitor*. Data variabel subjektif diperoleh setiap 5 menit dengan nilai yang ditunjuk oleh subjek dengan skala nilai. Respon subyektif yang diukur adalah *thermal sensation, thermal comfort, clothing comfort, wet sensation*, dan *rating of perceived exertion* (RPE). Data temperatur udara dan kelembaban udara didapatkan dari alat *thermo recorder* yang akan mendeteksi setiap waktu selama proses eksperimen berlangsung. Data tinggi badan diperoleh dengan pengukuran tinggi badan subjek pada awal eksperimen. Sementara data massa tubuh diperoleh dari timbangan digital yang diukur pada awal dan akhir eksperimen.

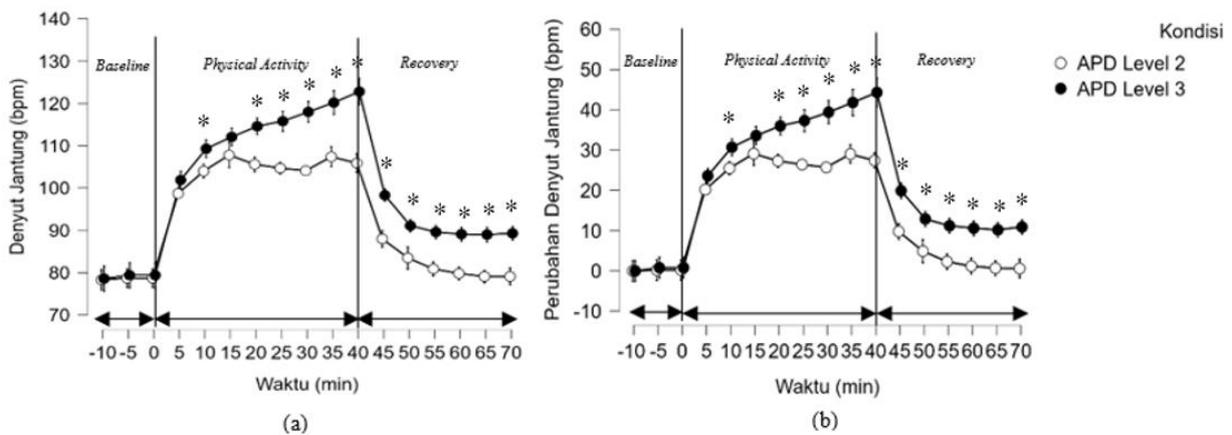
Penentuan urutan pengambilan data menggunakan *balance latin square design* dan dilakukan secara *random* dengan bantuan *random generator* untuk penggunaan APD Level 2 dan APD Level 3. Hal tersebut dilakukan agar memastikan bahwa tidak ada pengaruh urutan *treatment* terhadap hasil. Eksperimen hanya boleh dilakukan ketika subjek penelitian tidak sedang dalam masa haid atau menstruasi agar tidak mempengaruhi hasil eksperimen.

2.5. Pengolahan dan Analisis Data Statistik

Data yang diperoleh diolah menggunakan *Microsoft Office Excel 2010* dan kemudian dilakukan Uji Statistik. Data respon fisiologis dipastikan terdistribusi normal melalui verifikasi dengan uji *Saphiro-Wilk* kemudian dianalisis menggunakan *Two-Way Repeated-Measures Analysis of Variance* (RM-ANOVA) dengan nilai yang disajikan sebagai rata-rata dan *standard error*. Ketika tidak ditemukan perbedaan signifikan pada hasil uji two-way RM-ANOVA, dilakukan uji *paired t-test* dengan Bonferroni *correction* antara kondisi APD Level 2 dan kondisi APD Level 3 pada tiap titik waktu yang sama untuk mengetahui perbedaan signifikan antar kondisi. Sementara untuk data respon subjektif, data yang didapatkan tidak terdistribusi normal sehingga dilakukan uji-*Friedman*. Hasil uji statistik perbedaan signifikan dirancang pada $p < 0,05$.

3. Hasil

3.1. Respon Fisiologis (Heart Rate)

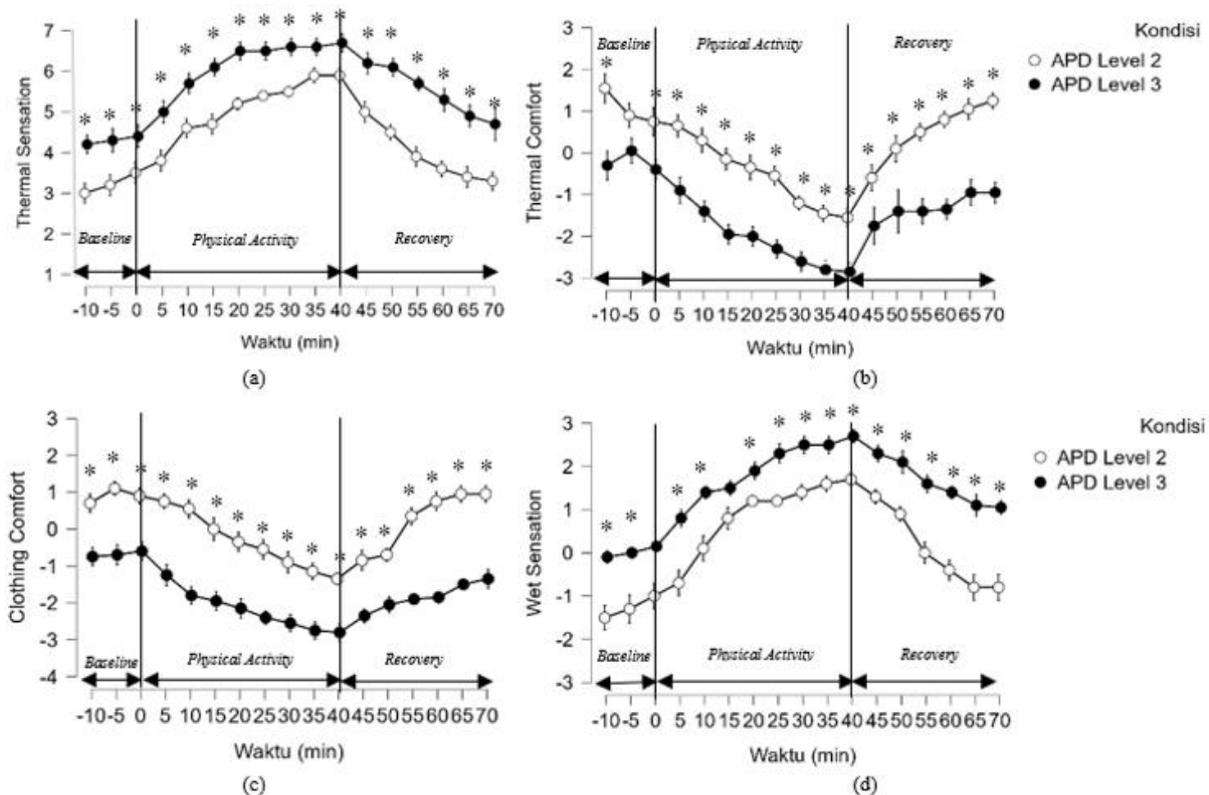


Gambar.4. (a) Denyut Jantung (bpm) dan (b) Perubahan Denyut Jantung (bpm) (Mean ± SE)

*menunjukkan perbedaan signifikan antar dua kondisi pada $p < 0,05$

Gambar.4. menunjukkan nilai denyut jantung dan perubahannya dari awal hingga akhir eksperimen. Pada gambar tersebut menunjukkan pola perubahan nilai HR pada kedua kondisi yang relatif sama yaitu konstan pada fase *baseline*, kemudian bergerak naik seiring peningkatan durasi *physical activity* dengan nilai kenaikan mencapai sekitar 40 bpm, dan berangsur menurun pada fase *recovery*. Nilai HR pada kedua kondisi menunjukkan adanya perbedaan dimulai dari menit ke-10 setelah fase aktivitas fisik, kemudian tidak berbeda signifikan pada menit ke-15, dan mulai berbeda signifikan pada menit ke-20 fase aktivitas fisik hingga akhir fase aktifitas fisik. Selanjutnya pada kedua kondisi nilai HR berangsur menurun secara signifikan dari awal fase *recovery* hingga akhir fase *recovery*. Sementara untuk parameter waktu menunjukkan adanya perbedaan signifikan ($p < 0,05$), dimana pada kedua kondisi fase *baseline* nilai HR nya lebih rendah 79 ± 3 bpm dibandingkan dengan nilai HR ketika fase *physical activity* 110 ± 3 bpm. Untuk interaksi antar kondisi dan waktu juga terdapat perbedaan secara signifikan antar kedua kondisi ($p < 0,05$), dimana berdasarkan hasil uji *paired t-test* didapatkan hasil perbedaan signifikan antar kondisi APD Level 2 dan kondisi APD Level 3 pada menit ke-10 fase *physical activity* ($p < 0,05$) dan dimulai lagi dari menit ke-20 hingga berakhirnya fase *recovery*. Perbandingan nilai HR pada akhir fase *physical activity* (menit ke-40) dan akhir fase *recovery* (menit ke-70) dilakukan untuk melihat perbedaan akibat aktivitas fisik dengan menggunakan APD Level 2 dan APD Level 3. Pada akhir fase *physical activity* kondisi APD Level 2 didapatkan nilai HR 106 ± 3 bpm sedangkan untuk kondisi APD Level sebesar 123 ± 4 bpm. Sementara pada akhir fase *recovery* untuk kondisi APD Level 2 nilai HR sebesar 79 ± 3 bpm sedangkan untuk kondisi APD Level 3 sebesar 89 ± 3 bpm.

3.2. Respon Subjektif (Thermal Sensation, Thermal Comfort, Clothing Comfort, Wet Sensation, RPE

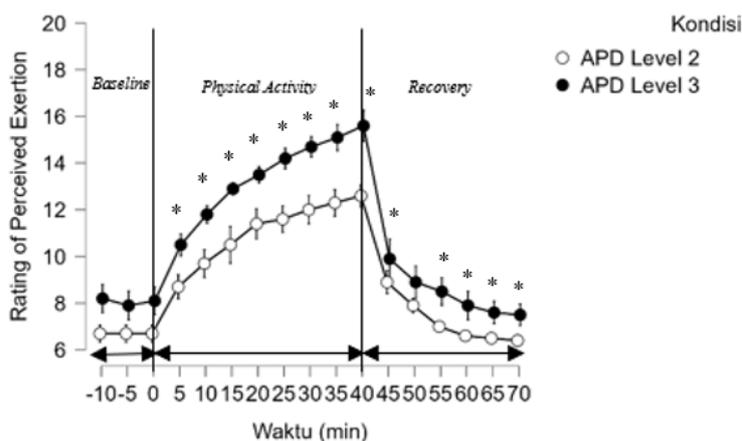


Gambar.5. (a) Thermal Sensation, (b) Thermal Comfort, (c) Clothing Comfort, dan (d) Wet Sensation (Mean \pm SE)

*menunjukkan perbedaan signifikan antar dua kondisi pada $p < 0,05$

Sensasi termal, kenyamanan termal, kenyamanan pakaian, dan sensasi basah ditunjukkan oleh Gambar.5. Nilai sensasi termal pada kondisi APD Level 2 signifikan lebih rendah dibandingkan dengan kondisi APD Level 3 pada awal fase *baseline* hingga akhir fase *recovery* ($p < 0,05$), hal tersebut menunjukkan bahwa subjek lebih merasakan panas ketika memakai APD Level 3 dibanding ketika memakai APD Level 2 dari awal fase *baseline* hingga akhir fase *recovery*. Nilai sensasi termal yang dirasakan subjek pada akhir fase *recovery* untuk kondisi APD Level 2 dan APD Level 3 masing-masing adalah $3,30 \pm 0,30$ dan $4,70 \pm 0,45$. Sementara pada kenyamanan termal kondisi APD Level 3 signifikan lebih rendah dibandingkan dengan kondisi APD Level 2 pada awal fase *baseline* hingga akhir fase *recovery* ($p < 0,05$), hal tersebut menunjukkan bahwa subjek lebih merasakan nyaman ketika kondisi APD Level 2 dibanding ketika kondisi APD Level 3 dari awal fase *baseline* hingga akhir fase *recovery*. Nilai kenyamanan termal yang dirasakan subjek pada akhir fase *recovery* untuk kondisi APD Level 2 dan APD Level 3 masing-masing

adalah $1,25 \pm 0,31$ dan $-0,95 \pm 0,35$. Untuk kenyamanan pakaian pada kondisi APD Level 3 signifikan lebih rendah dibandingkan dengan kondisi APD Level 2 pada awal fase *baseline* hingga akhir fase *recovery* ($p < 0,05$). Hal tersebut menunjukkan bahwa subjek merasakan pakaian kondisi APD Level 2 lebih nyaman dibanding dengan pakaian APD Level 3 dari awal fase *baseline* hingga akhir fase *recovery*. Nilai kenyamanan pakaian yang dirasakan subjek pada akhir fase *recovery* untuk kondisi APD Level 2 dan APD Level 3 masing-masing adalah $0,95 \pm 0,35$ dan $-1,35 \pm 0,38$. Sedangkan untuk sensasi basah pada kondisi APD Level 2 signifikan lebih rendah dibandingkan dengan kondisi APD Level 3 pada awal fase *baseline* hingga akhir fase *recovery* ($p < 0,05$), hal tersebut menunjukkan bahwa subjek lebih merasakan basah ketika memakai APD Level 3 dibanding ketika memakai APD Level 2 dari awal fase *baseline* hingga akhir fase *recovery*. Nilai sensasi basah yang dirasakan subjek pada akhir fase *recovery* untuk kondisi APD Level 2 dan APD Level 3 masing-masing adalah $-0,80 \pm 0,33$ dan $1,05 \pm 0,19$.



Gambar.6. Rating of Perceived Exertion (RPE) (Mean ± SE)

*menunjukkan perbedaan signifikan antar dua kondisi pada $p < 0,05$

Subjek melaporkan tingkat pengerahan tenaga yang lebih tinggi pada kondisi APD Level 3 dibandingkan kondisi APD Level 2 dari awal fase *baseline* hingga akhir fase *recovery*, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 6. Nilai pengerahan tenaga pada kondisi APD Level 2 signifikan lebih rendah dibandingkan dengan kondisi APD Level 3 pada fase awal *baseline* hingga akhir fase *recovery* ($p < 0,05$). Tingkat pengerahan tenaga yang dilaporkan subjek meningkat seiring bertambahnya durasi aktivitas fisik dan menurun setelah fase *recovery* hingga akhir fase *recovery*. Hasil uji *Wilcoxon Signed Rank Test* menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara kondisi APD Level 2 dan APD Level 3 ($p < 0,05$) pada awal fase aktivitas fisik menit ke-5 sampai dengan awal fase *recovery* menit ke-45 dan dimulai lagi pada menit ke-55 sampai dengan akhir fase *recovery* menit ke-70.

Perbandingan nilai RPE pada akhir *physical activity* dan fase akhir *recovery* juga dilakukan untuk melihat perbedaan akibat adanya aktivitas fisik dengan menggunakan APD Level 2 dan APD Level 3. Pada akhir fase *physical activity* didapatkan nilai pengerahan tenaga untuk kondisi APD Level 3 lebih tinggi ($15,60 \pm 0,58$) dibandingkan kondisi APD Level 2 ($7,5 \pm 0,60$), yang berarti pengerahan tenaga di akhir fase aktivitas fisik kondisi APD Level 3 memiliki *range* 15,02 (berat) sampai dengan 16,18 (relatif sangat berat) dan APD Level 2 memiliki *range* pengerahan tenaga 12,10 sampai dengan 13,10 (sedikit berat). Sementara pada akhir fase *recovery* untuk kondisi APD Level 3 memiliki nilai pengerahan tenaga yang lebih tinggi ($7,50 \pm 0,60$) dibandingkan kondisi APD Level 2 sebesar ($6,40 \pm 0,31$), yang berarti pengerahan tenaga di akhir fase *recovery* kondisi APD Level 3 memiliki *range* 6,90 sampai dengan 8,10 (sangat ringan sekali) dan APD Level 2 memiliki *range* pengerahan tenaga 6,09 (tidak ada pengerahan sama sekali) sampai dengan 6,71 (sangat ringan sekali).

4. Pembahasan

Penelitian ini mengidentifikasi pengaruh pemakaian APD Level 2 dan APD Level 3 bagi tenaga medis terhadap respons fisiologis dan respons subjektif dengan pendekatan eksperimen di laboratorium. Temuan utama pada penelitian ini adalah : (1) Kondisi APD Level 3 menghasilkan nilai HR yang secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi APD Level 2, (2) Kondisi APD Level 3 menghasilkan nilai sensasi termal yang secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi APD Level 2, (3) Kondisi APD Level 2 menghasilkan nilai kenyamanan termal yang secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi APD Level 3, (4) Kondisi APD Level 2 menghasilkan nilai kenyamanan pakaian yang secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi APD Level 3, (5) Kondisi APD Level 3 menghasilkan nilai sensasi basah yang secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi APD Level 2, dan (6) Kondisi APD Level 3 menghasilkan nilai tingkat pengerahan tenaga yang secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi APD Level 2.

Pada penelitian ini, penggunaan APD saat beraktivitas fisik di ruangan dengan suhu rata – rata $25,50 \pm 1,08$ °C dan kelembaban relatif (RH) sebesar $47,13 \pm 3,68$ %, menyebabkan meningkatnya denyut jantung seiring lamanya durasi aktivitas fisik berdasarkan respon fisiologis. Denyut jantung mengalami peningkatan akibat meningkatnya produksi panas metabolik selama aktivitas fisik, sesuai dengan hasil penemuan Grelot et al. [11] dan Roh et al. [12] yang menyatakan bahwa denyut jantung cenderung naik seiring meningkatnya durasi aktivitas fisik. Nilai rata – rata denyut jantung dan perubahan denyut jantung pada kondisi APD Level 3 signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi APD Level 2. Penemuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Coca et al. [3] dan Palguna [13] yang menyatakan bahwa penggunaan APD dengan full cover body suit memiliki perbedaan nilai denyut jantung yang berbeda signifikan dibandingkan dengan APD jenis partial body suit. Hal tersebut terjadi karena APD Level 3 terbuat dari bahan yang bersifat impermeable dan enkapsulasi (kedap air) yang dapat menghalangi pertukaran panas, menghambat pelepasan panas tubuh, dan meningkatkan heat stress [3]. Sebelumnya juga telah dilaporkan pada penelitian Morabito et al. [5] bahwa pakaian kedap air dapat meningkatkan suhu kulit, detak jantung, dan suhu inti yang dapat membahayakan keselamatan, kinerja, dan kesejahteraan petugas kesehatan. Selain itu pemakaian APD Level 3 terutama untuk perlindungan di sekitar wajah seperti masker N95 dan faceshield membuat subjek penelitian lebih sulit untuk bernafas dan hal tersebut yang membuat tubuh harus bekerja lebih ekstra demi mendapatkan supply oksigen yang cukup untuk mengimbangi aktivitas fisik yang sedang dilakukan [13].

Selain respon fisiologis, penelitian ini juga mengidentifikasi terkait respon subjektif. Berdasarkan hasil subjective scale yang dipilih subjek penelitian setiap 5 menit secara keseluruhan sensasi panas, sensasi basah, dan tingkat pengerahan tenaga pada saat kondisi APD Level 2 secara berurutan berada pada range 3 (sedikit sejuk) sampai dengan 5 (sedikit hangat), -1 (agak kering) sampai dengan 1 (agak basah), dan 6 (tidak ada pengerahan sama sekali) sampai dengan 11 (ringan). Sedangkan untuk kondisi APD Level 3 secara berurutan berada pada range 4 (netral) sampai dengan 7 (panas), 0 (netral) sampai dengan 2 (basah), dan 7 (sangat ringan sekali) sampai dengan 14 (lumayan berat). Hal tersebut terjadi karena pertukaran panas dan total insulasi pakaian berpengaruh secara signifikan pada jenis APD Level 3 yang bersifat impermeable, enkapsulasi, dan full body coverage. Hasil yang ada pada penelitian ini menunjukkan bahwa kondisi APD Level 3 memberikan sensasi panas, sensasi basah, dan tingkat pengerahan tenaga (RPE) yang signifikan lebih besar dibanding dengan kondisi APD Level 2. Penemuan ini sejalan dengan penelitian sebelum – sebelumnya yang terkait [3], [13-14].

Sebaliknya untuk parameter kenyamanan termal dan kenyamanan pakaian, secara keseluruhan pada kondisi APD Level 2 berada pada range -1 (agak tidak nyaman) sampai dengan 1,5 (sedikit nyaman), sementara untuk kenyamanan termal kondisi APD Level 3 berada pada range -2 (tidak nyaman) sampai dengan 0 (netral) dan kenyamanan pakaian pada range -3 (sangat tidak nyaman) sampai dengan -1 (sedikit tidak nyaman). Hasil yang ada pada penelitian ini menunjukkan bahwa nilai kenyamanan termal lebih rendah pada APD Level 3 secara signifikan dibandingkan dengan APD Level 2. Hal ini menunjukkan bahwa subjek merasa lebih tidak nyaman dengan sensasi panas dan tidak nyaman menggunakan pakaian saat kondisi APD Level 3. Penemuan tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Palguna [13] bahwa penggunaan APD dengan full cover body suit memiliki perbedaan subjektif nilai kenyamanan yang berbeda signifikan dibandingkan dengan APD jenis partial body suit.

Pada penelitian ini, pengamatan respon fisiologis hanya terbatas pada denyut jantung. Penelitian selanjutnya perlu mengamati perubahan pada mean tympanic temperature dan skin temperature, karena menurut Nakamura et al. [15] perceptual heat strain sangat berkaitan erat dengan temperatur kulit. Sementara temperatur timpani erat kaitannya dengan physiological strain index. Selain itu pada akhir recovery, kondisi APD Level 3 memiliki nilai HR yang belum mencapai nilai kondisi awal (resting heart rate). Sehingga penelitian selanjutnya perlu dilakukan identifikasi terkait berapa lama durasi pemulihan setelah beraktivitas menggunakan APD level 3 untuk dapat melakukan aktivitas selanjutnya bagi para tenaga medis. Hal lain yang perlu digarisbawahi bahwa, penelitian ini hanya terbatas pada populasi subjek wanita sehingga tidak dapat digeneralisir pada populasi pria. Penelitian selanjutnya dapat menambahkan subjek laki – laki yang berprofesi sebagai tenaga kesehatan dengan rentang usia yang sama yaitu usia $28,8 \pm 2,53$ tahun agar hasil yang di dapatkan merepresentasikan populasi pria dan wanita, serta dapat dibandingkan perbedaannya.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan mengenai pengaruh pemakaian APD Level 2 dan APD Level 3 bagi tenaga kesehatan terhadap respon fisiologi dan subjektif saat melakukan aktivitas fisik, diperoleh kesimpulan bahwa penggunaan APD level 3 ketika melakukan aktivitas fisik berpotensi meningkatkan heat strain yang lebih besar dibandingkan dengan penggunaan APD Level 2, baik secara fisiologis (heart rate) ataupun secara subjektif (thermal sensation, thermal comfort, clothing comfort, weat sensation, RPE). Hal tersebut penting diketahui sebagai salah satu cara untuk memonitor batasan *heat strain* sehingga beban kerja yang dirasakan para tenaga medis tidak terlalu berat.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada seluruh subjek penelitian yang telah berpartisipasi dalam penelitian ini. Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian Rispro Konsorsium Riset dan Inovasi COVID-19 (no kontrak: 46/FI/P-KCOVID-19.2B3/IX/2020 dan 5002/UN1.DITLIT/DIT-LIT/PT/2020).

Daftar Pustaka

- [1] World Health Organization. (2021). "WHO corona virus (COVID-19) dashboard" [Internet]. Available from: <https://covid19.who.int/table>.
- [2] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2020). "Tingkatan APD bagi tenaga medis". [Internet]. Available from: <https://www.kemkes.go.id/article/view/20041800003/tingkatan-apd-bagi-tenaga-medis-saat-tangani-covid-19.html#:~:text=3.%20Tingkat%20ketiga%20bagi%20tenaga,masker%20N95%2C%20cover%20all%2C%20sarung>
- [3] Coca, A., Quinn, T., Kim, J., Wu, T., Powell, J., Roberge, R., Shaffer, R. (2017) "Physiological evaluation of personal protective ensembles recommended for use in West Africa". *Disaster Med Public Health Prep*, pp.11-7.
- [4] Foster, J., Hooder, S.G., Goodwin, J., Haveinthe, G. (2020) "Occupational heat stress and practical cooling solutions for healthcare and industry workers during the COVID-19 pandemic, *Annals of Work Exposures and Health*. vol.20, no.20, pp.1-8.
- [5] Gaoua N, Racinais S, Grantham J, Massiou FE. (2011) "Alterations in cognitive performance during passive hyperthermia are task dependent". *Int J Hypertherm*, vol.27, no. 1, pp. 1-9.
- [6] Morabito M, Messeri A, Crisci A, Pratali L, Bonafede M, Marinaccio A. (2020) "Heat warning and public and workers' health at the time of COVID-19 pandemic". *Sci Total Environ*.
- [7] HSE. (2020). "Risk at work – personal protective equipment". [Internet]. Available from: <https://www.hse.gov.uk/toolbox/ppe.htm>. Online Accessed on 21st Aug 2021.
- [8] Barrett. M.V. (1991). "Heat related illnesses old problems", New Implication, *AAOHN Journal*, vol.39, no.8.
- [9] ACGIH. (2017) "Threshold limit values for chemical substances and physical agents & biological exposure indices", 7th (eds) *United State: Signature Publication*.
- [10] Bruce RA, Kusumi F, Hosmer D. (1973) "Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease". *Am Heart J*. vol.85, pp.546–562.
- [11] Grélot, L., Koulibaly, F., Maugey, N., Janvier, F., Foissaud, V., Aletti, M., Savini, H., Cotte, J., Dampierre, H., Granier, H., Carmoi, T. and Sagui, E. (2015) "Moderate thermal strain in healthcare workers wearing personal protective equipment during treatment and care activities in the context of the 2014 ebola virus disease outbreak". *The Journal of Infectious Diseases*. vol.213, no.9, pp.1462–1465.
- [12] Roh, S., Ko, Y., Lee, J. (2020). "Physiological and subjective burden when wearing fire protective boots between 3.2 and 5.3 kg", *Fash Text*. vol.7, no.14, p.13.
- [13] Palguna A. (2021) "Pengaruh pemakaian alat pelindung diri bagi tenaga kesehatan terhadap respon fisiologi dan subjektif saat melakukan aktivitas fisik". *Skripsi*, Universitas Gadjah Mada, Departemen Teknik Mesin dan Industri, Yogyakarta.
- [14] Leyenda, B., Villa, J., Satué, J., Marroyo, J. (2017) "Impact of different personal protective clothing on wildland firefighters' physiological strain". *Front Physiol*. vol.8, no.618, pp.8.
- [15] Nakamura, M., Yoda, T.; Crawshaw, L. I., Yasuhara, S., Saito, Y., Kasuga, M., Nagashima, K., Kanosue, K. (2008) "Regional differences in temperature sensation and thermal comfort in humans. *Journal of Applied Physiology*. vol.105, no.6, pp.1897–1906.