

Evaluasi Pengendalian Heat Stress Pada Pekerja Di Area Kiln dan Cast Shop PT X.

(Evaluation of Heat Stress Control Worker in Kiln and Cast Shop at PT X)

Ida Ayu Indira Dwika Lestari^{1*}, Dewi Novita Hardiyanti¹, Ida Bagus Made Widiadnya²

¹Universitas Mulawarman

²Universitas Mahasaraswati

*Koresponden Penulis: gek.indira@fkm.unmul.ac.id

ABSTRAK

PT X merupakan perusahaan yang bergerak di bidang sanitary manufactur yang memproduksi peralatan sanitasi. Salah satu tahapan produksinya yaitu pencetakan (casting) serta pembakaran yang suhunya dapat mencapai 2000°C. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengendalian heat stres yang telah dilakukan perusahaan terhadap pekerja di area Kiln dan Cast shop di PT X. Penelitian ini bersifat deskriptif dengan desain penelitian cross-sectional, dengan unit analisis perusahaan manufacturing. Penelitian dilakukan dengan mengukur suhu lingkungan dan suhu yang diterima oleh pekerja yang berada di unit cast shop dan kiln. Hasil menunjukkan indeks WBGT in rata-rata area Kiln dan Cast Shop antara 30.71°C-33.8°C dengan pola kerja pekerja 50%-75% serta beban kerja yang masuk dalam katagori sedang jika dibandingkan dengan standard yang ditetapkan, kondisi ini dapat menyebabkan pekerja mengalami heat stress. Adapun rekomendasi yang diberikan yaitu dengan penambahan titik untuk penyediaan air minum, agar satus hidrasi pekerja tetap terjaga sehingga pekerja tidak mengalami heat stress selama bekerja.

Kata kunci: Pengukuran, evaluasi pengendalian, heat stress, pekerja manufacturing

ABSTRACT

PT X is a company engaged in the sanitary manufacturing sector that produces sanitary equipment. One of the production stages is molding (casting) and burning where the temperature can reach 2000°C. This study aims to determine the control of heat stress that has been carried out by the company on workers in the Kiln and Cast shop area at PT X. This research is descriptive with a cross-sectional research design, with a manufacturing company as the unit of analysis. The research was conducted by measuring the ambient temperature and the temperature received by workers in the cast shop and kiln units. The results show that the average WBGT index in the Kiln and Cast Shop area is between 30.71°C-33.8°C with a work pattern of 50% -75% and the workload is in the moderate category when compared to the standards set, this condition can cause workers to experience heat stressed. The recommendations given are by adding points for the provision of drinking water, so that the hydration status of workers is maintained so that workers do not experience heat stress while working.

Keywords: Measurement, evaluation control, heat stress, manufacturing worker.

PENDAHULUAN

Panas merupakan salah satu sumber penting dalam proses produksi, hal ini mengakibatkan secara tidak langsung pekerja telah terjapan oleh panas dalam waktu yang lama. Dalam suatu lingkungan kerja, pekerja akan menghadapi tekanan lingkungan yang berasal dari faktor fisik, kimia, biologi dan psikis. Tentunya lingkungan kerja yang aman dan nyaman menjadi suatu kebutuhan. Keadaan lingkungan yang kurang kondusif akan menuntut tenaga dan waktu lebih besar sehingga berdampak kepada sistem kerja yang tidak efisien dan produktif. Ketika temperatur di lingkungan mengalami kondisi ekstrim baik itu panas maupun dingin yang berada di luar batas kemampuan manusia, temperatur ekstrim ini berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan (Smith & Perfetti, 2019). Tekanan panas (Heat Stress) yang mengenai tubuh manusia dapat mengakibatkan berbagai permasalahan kesehatan hingga kematian. Tekanan panas merupakan salah satu kondisi temperatur lingkungan kerja yang ekstrim yang dapat menyebabkan perubahan fisiologis pada tubuh serta berpengaruh juga terhadap perilaku pekerja seperti mudah marah, hilang semangat dan motivasi dalam bekerja, peningkatan angka bolos kerja, meningkatkan frekuensi perilaku tidak aman (Barbara A. Plog & Patricia J. Quinlan, 2012). Untuk itu diperlukan adanya evaluasi dan pengendalian terhadap kondisi temperatur lingkungan kerja sampai batas yang dapat diterima pekerja untuk mengurangi risiko terjadinya cedera maupun gangguan kesehatan. Selanjutnya, apabila pajanan terhadap tekanan panas berlanjut maka resiko terjadinya gangguan kesehatan akan meningkat. Menurut (S et al., 2019) reaksi fisiologi akibat pajanan panas yang berlebihan dapat dimulai dari gangguan fisiologis yang sangat sederhana sampai dengan terjadinya penyakit yang serius. Dalam kaitan ini, PT X yang merupakan perusahaan industri yang bergerak di bidang Sanitary Manufacturing. Dalam proses produksinya PT X mengolah bahan baku (*raw material*) hingga menjadi produk sanitary dengan menggunakan pemanfaatan teknologi tinggi dalam proses produksinya tentunya juga banyak menyimpan potensi kecelakaan kerja salah satunya panas di area produksi. Seluruh proses kerja dilakukan oleh manusia sebagai operator mesin, sehingga memungkinkan terjadinya pajanan panas yang berasal dari lingkungan, mesin, serta panas metabolik tubuh pekerja itu sendiri. Melihat potensi panas yang terdapat di lingkungan kerja perusahaan khususnya di dalam area Kiln dan Cast Shop, diperlukan penelitian untuk mengetahui pengendalian Heat Stress pada pekerja di area Kiln dan Cast Shop di area produksi PT X.

Tekanan panas adalah beban bersih panas yang diterima oleh pekerja yang merupakan kombinasi dari gabungan panas metabolik, faktor lingkungan (yang terdiri atas suhu udara, kelembaban udara, kecepatan udara dan panas radian) dan jenis pakaian (Smith & Perfetti, 2019). Di Indonesia, dalam Permenaker no.5 tahun 2018 mengenai Kesehatan dan Keselamatan lingkungan kerja tentang nilai ambang batas faktor fisika dan faktor kimia di tempat kerja, dijelaskan konsep tekanan panas yang disebut sebagai iklim kerja panas yang didefinisikan sebagai hasil perpaduan antara suhu, kelembaban, kecepatan gerakan udara dan panas radiasi dengan tingkat pengeluaran panas dari tubuh tenaga kerja sebagai akibat pekerjaannya (Permenaker, 2018). Panas dapat bersumber dari aktivitas pekerjaan yang dilakukan oleh tubuh serta penyerapan panas dari lingkungan. Keduanya merupakan sumber penting dari panas. Dalam beberapa kasus, aktivitas fisik yang tinggi dapat menjadi sumber utama tekanan panas (Babik et al., 2018). Terdapat tiga faktor yang mempengaruhi tingkat tekanan panas. Faktor utama adalah

kondisi iklim lingkungan dan dua faktor lainnya adalah beban kerja dan jenis pakaian kerja.

Model perumusan keseimbangan panas $S=(M+W)+R+C+K+(C_{resp}+E_{resp})+E$, dengan S = heat Storage Rate; M = metabolic rate; W = eksternal work rate; R = radiant heat exchange rate; C = convective heat exchange rate; K = conductive heat exchange rate; C_{resp} = rate of convective heat exchange by respiration; E_{resp} = rate of evaporate heat loss by respiration; E = rate of evaporate heat loss. Respon fisiologis terhadap pajanan panas dapat digunakan sebagai alat untuk merekognisi kejadian tekanan panas. Respon yang paling mudah digunakan adalah suhu inti tubuh, denyut nadi dan kehilangan cairan dengan cara keluarnya keringat (Balakrishnan et al., 2010; Boonruksa et al., 2020). Tekanan panas yang memajan pekerja akan menyebabkan heat strain. Pajanan panas yang berlebihan dapat terlihat dari beberapa indikator. Apabila pajanan tersebut masuk ke dalam salah satu indikator yang ada maka pekerjaan harus segera dihentikan (Babik et al., 2018; Smith & Perfetti, 2019). Untuk mengetahui apakah heat stress telah memajan pekerja diperlukan pengukuran baik itu pengukuran melalui lingkungan maupun pengukuran personal. Untuk lingkungan diperlukan pengukuran terkait temperatur lingkungan, terdapat beberapa komponen yang mempengaruhi yaitu Suhu, Kelembaban udara, serta kecepatan angin. Sedangkan pengukuran personal dilakukan apabila pekerja yang berisiko terpajan panas bekerja berpindah-pindah atau pola pajanan yang bersifat terputus-putus (Roelofs et al., 2003; S et al., 2019). Tidak ada formula yang baku dalam menentukan jumlah sampel yang harus diukur. Berdasarkan professional judgement pengukuran pajanan panas personal dilakukan pada pekerja yang berisiko, bekerja berpindah-pindah, mewakili setiap pekerjaan yang berisiko (Morrissey et al., 2021). Pengukuran dapat dilakukan dengan direct calorimetry, serta indirect calorimetry. Standar yang mengatur mengenai pajanan panas di tempat kerja untuk di Indonesia diatur oleh Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi nomor Per.5/Men/X/2018 mengatur mengenai nilai ambang batas faktor fisika dan faktor kimia di tempat kerja.

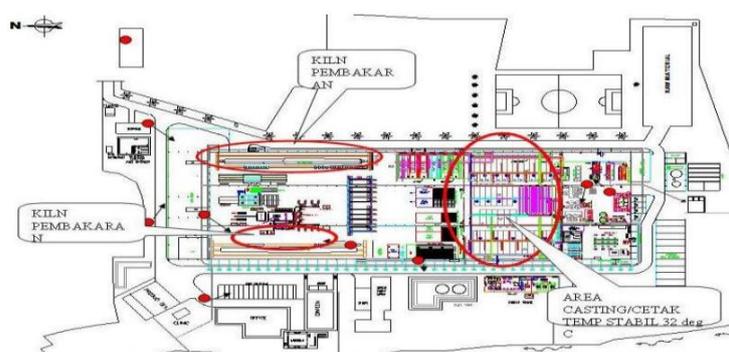
METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain studi cross sectional yang bersifat deskriptif, variabel dalam penelitian ini adalah faktor yang mempengaruhi tekanan panas baik dari lingkungan maupun faktor aktivitas pekerja serta evaluasi pengendalian tekanan panas yang telah dilakukan untuk mengurangi pajanan panas di area produksi PT.X. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2022 di area Kiln dan Cast Shop PT X. Objek penelitian ini adalah pengendalian tekanan panas yang dilakukan di area produksi PT X, pengendalian berupa pengendalian secara teknik, administrative serta pengendalian personal. Objek lain yang diteliti adalah mengenai sumber panas yang terdapat di area produksi perusahaan yaitu suhu udara, kelembaban udara, kecepatan aliran udara, panas metabolik, pola kerja dan pakaian kerja yang dapat mempengaruhi tekanan panas pada pekerja. Data Primer didapatkan dengan melakukan pengukuran terhadap suhu udara, kelembaban serta kecepatan angin di area tersebut dengan menggunakan instrument Thermal Environment Monitor Quest Temp 34°. Pengukuran dilakukan di masing-masing titik selama 1 jam dengan adaptasi alat selama 30 menit. Untuk data mengenai beban kerja diperoleh dengan melihat aktivitas kerja yang dilakukan pekerja kemudian menghitung kebutuhan kalori tiap aktivitas yang dilakukan dengan berdasarkan pada tabel estimasi panas metabolik dari NIOSH. Sedangkan untuk pola kerja dan pakaian kerja dilakukan dengan melakukan observasi langsung serta wawancara terhadap pekerja. Selanjutnya data rata indeks WBGT indoor, hasil beban kerja, dan data pola kerja dikombinasikan yang nantinya dibandingkan dengan permenaker no 5 tahun 2018 tentang NAB iklim kerja ISBB (Indeks WBGT) yang diperkenankan. Nantinya akan diketahui apakah suhu di lingkungan sesuai dengan NAB yang diperkenankan atau melampaui NAB. Data

mengenai pengendalian tekanan panas dianalisis berdasarkan dengan teori yang telah ada sebelumnya, kemudian ditentukan apakah pengendalian tersebut tepat digunakan dalam mengendalikan tekanan panas di PT X.

HASIL

Penelitian dilakukan di tiga titik yang terbagi menjadi area di sekitar Kiln 2, Cast Shop dan Kiln 1. Berikut adalah gambaran mengenai keadaan lingkungan kerja di area Kiln dan Cast Shop PTx. Pengukuran pada titik pertama dilakukan pada pukul 10.51 sampai 11.51 saat pembakaran di Kiln 2 berlangsung dan pada saat itu tengah berlangsung loading produk yang akan dibakar ulang di Kiln 2. Di area Kiln 2 terdapat 2 kipas angin karena kipas angin akan mempengaruhi hasil pembakaran ulang pada produk. Pengukuran pada titik ke dua dilakukan sesaat setelah dilakukan pengukuran di titik 1 yaitu pukul 12.00-13.00. Walaupun pengukuran ke dua ini dilakukan saat jam istirahat, namun kenyataannya di jam istirahat tersebut di area ini terdapat pekerja yang masih bekerja di area tersebut.



Gambar 1. Layout titik pengukuran suhu lingkungan

Suhu dan kelembaban di area ini sesungguhnya sudah diatur sedemikian rupa untuk menjaga kualitas produk. Alat ukur diletakkan di dekat pekerja yang sedang melakukan aktivitas. Pengukuran dilakukan selama 1 jam sampai waktu istirahat selesai. Kemudian pengukuran di titik ke 3 dilakukan di Kiln 1 yaitu pukul 13.15-14.15. Pada pengukuran di titik ini sedang berlangsung pembakaran di Kiln 1. Di sekitar area sedang berlangsung beberapa aktivitas pekerjaan seperti loading barang, pengecekan kualitas produk, perbaikan terhadap produk yg kualitasnya masih kurang sebelum nantinya dibakar ulang kembali di Kiln 2. Alat ukur diletakkan secara statis, namun aktivitas pekerjaan ada yang dilakukan secara dinamis yaitu pada proses loading karena di sana terdapat aktifitas meletakkan serta memindahkan produk dari tempat pembakaran ke bagian inspektor produk. Di titik ini terdapat 5 kipas angin 4 buah kipas angin yang menggantung di atas meja inspektor produk serta 1 buah standing fan, namun yang difungsikan hanya standing fan. Berikut merupakan hasil pengukuran lingkungan.

Selain pengukuran terhadap lingkungan, dilakukan juga pengukuran yang dilakukan terhadap pekerja dengan untuk mengetahui beban kerja, pola kerja, serta jenis pakaian kerja yang digunakan. Berikut adalah hasil pengukuran beban kerja dan pola kerja yang terdapat di area Kiln dan Cast Shop. Untuk pakaian kerja, pakaian kerja yang disediakan perusahaan untuk pekerja di area produksi adalah pakaian lengan pendek berbahan katun, celana panjang. Berdasarkan pengamatan peneliti, pakaian yang

digunakan ini termasuk dalam katagori jenis pakaian kerja biasa (work clothes), yang dalam TLV ACGIH 2010 pakaian ini memiliki poin 0 untuk penambahan nilai WBGT

Tabel 1. Hasil Pengukuran Suhu Lingkungan

Titik Pengukuran	Waktu Pengukuran	Ta °C	Tg °C	Tnwb °C	WBGT in avg °C	HI °C
Titik 1 (Kiln 2)	10.51-11.51	36.01	37.19	27.93	30.71	45.13
Titik 2 (casting and shop)	12.00-13.15	34.36	35.03	29.29	31.01	46.67
Titik 3 (Kiln 1)	13.15-14.15	40.49	42.74	29.98	33.8	55.25

PEMBAHASAN

Terdapat beberapa keterbatasan dalam penelitian yang dilakukan oleh peneliti. Keterbatasan tersebut berupa perhitungan terhadap beban kerja pekerja, berdasarkan pada standard berat badan 70 kg, sehingga perlu dilakukan konversi sesuai dengan berat badan pekerja. Karena tehalang tuntutan pencapaian target produksi pada pekerja, maka pengukuran langsung terhadap tinggi serta berat badan tidak dilakukan. Hanya dilakukan wawancara terhadap pekerja, selain itu untuk pola kerja, peneliti hanya melakukan observasi serta wawancara terhadap pekerja mengenai lamanya pekerja berada di area tersebut, karena keterbatasan lokasi kerja peneliti hanya melakukan pengukuran pada area yang paling dekat dengan sumber panas dan memang di area tersebut terdapat aktivitas pekerjaan. Untuk area yang jarak agak jauh dengan sumber panas yang dijadikan pembanding tidak diukur, saat proses pengukuran di titik dua (cash shop) pengukuran dilakukan saat jam istirahat (12.00-13.00) Pada saat itu proses kerja masih berlangsung dan terdapat beberapa orang di dalam area tersebut. Berdasarkan hasil pengukuran yang didapat serta setelah dibandingkan dengan standard yang dikeluarkan oleh Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi nomor Per.05/Men/X/2018. Hasil menunjukkan bahwa untuk area Kiln dan Cast Shop dengan beban kerja serta pola kerja yang demikian dengan indeks WBGT in rata-rata yang melampaui batas yang ditentukan maka diperlukan adanya pengendalian terhadap tekanan panas (Heat Stress) pada pekerja di area tersebut agar pekerja tidak merasakan dampak yang lebih besar nantinya. Tentunya pengendalian yang tepat dapat mengurangi panas yang dirasakan oleh pekerja di area tersebut pengendalian dapat berupa engineering control, administrative control, personal protectiv control. Dalam hal ini perusahaan juga telah menerapkan pengendalian berupa menggunakan general ventilation pada area kerja, pelapisan shielding pada sumber panas yaitu mesin pembakar di area Kiln, Pemasangan kipas angin pada area cast shop, pemberian air minum secara gratis kepada pekerja. Pengendalian yang dilakukan oleh perusahaan sebenarnya masih terbatas misalnya pada pengendalian berupa sistem ventilasi. PT. X dalam desain area kerja menerapkan sistem ventilasi umum. Perusahaan mendesain area kerja disesuaikan dengan jenis pekerjaannya. Desain bangunan di area tersebut masuk dalam kategori bangunan semi terbuka. Berdasarkan hasil pengukuran didapatkan bahwa perbandingan antara total luas ventilasi dengan luas area produksi adalah 3.8%. Menurut standard SNI 03-6572-2001, standard yang ditentukan untuk bangunan kelas 8 adalah perbandingan luas ventilasinya minimal 10%. Oleh sebab itu diperlukan adanya pengkajian kembali mengenai ventilasi yang ada di area tersebut agar kebutuhan udara segar yang diperlukan oleh pekerja untuk mendinginkan area tersebut dapat terpenuhi sehingga mereka dapat bekerja dengan nyaman Untuk kipas angin,

perusahaan menyediakan kipas angin paling banyak adalah di area cast shop, hampir setiap 1 m terdapat kipas angin yang menggantung di atas tempat pencetakan bahan menjadi produk setengah jadi. Kipas angin juga terdapat di area sekitar Kiln 1 dan 2 di area dengan jumlah total 7 buah kipas angin, 2 buah kipas angin terdapat di area sekitar titik 1 sedangkan di titik 2 terdapat 5 buah kipas angin, ketujuh kipas angin yang berada di area kiln merupakan kipas angin yang dinyalakan secara manual. Kipas angin diberikan dengan tujuan untuk mengurangi pajanan panas yang dirasakan pekerja. Oleh sebab itu pada area kiln 1 kipas angin diletakkan tepat di atas meja kerja dari inspektor produk karena inspektor produk area kerjanya paling dekat dengan sumber panas yaitu Kiln. Untuk area cast shop kipas angin selalu menyala karena di area tersebut kelembaban udaranya sangat tinggi. Penggunaan kipas angin pada titik 3 Kiln 1 sebaiknya dihindari sebab berdasarkan hasil pengukuran panas di area tersebut mempunyai karakteristik yang berbeda dengan panas yang ada di cast shop. Panas di area Kiln mengalir dengan cara radiasi penggunaan kipas angin justru akan menambah panas area tersebut. Pengendalian yang sebaiknya dilakukan adalah pengendalian yang bersifat reflektif. Penyediaan air minum telah dilakukan oleh perusahaan dengan menyediakan spot-spot untuk minum di sekitar area produksi untuk area cast shop terdapat 2 spot sumber air minum yang dapat dijangkau oleh pekerja, sedangkan untuk area kiln terdapat 4 spot sumber air minum yang dapat dijangkau oleh pekerja. Menurut (Morris et al., 2020; Paull & Rosenthal, 1987) menyebutkan bahwa pekerja harus minum minimal 2 gelas air (500ml) sebelum mereka melakukan aktifitas pekerjaan, kemudian setiap 20 menit pekerja harus minum minimal 1 gelas apabila pekerja bekerja di tempat panas. Air minum juga harus dijaga suhunya antara 10-15°C. Konsumsi kopi ataupun alkohol akan dapat meningkatkan resiko dehidrasi pada pekerja. Sumber air juga sebaiknya diletakkan tidak terlalu dekat dengan sumber panas, karena akan berpengaruh terhadap suhu air minum yang akan diminum oleh pekerja. Namun apabila sumber air berada di dekat sumber panas hal ini dapat diantisipasi dengan memasang pendingin air pada sumber air untuk menjaga kestabilan suhu air. Selain memberikan air secara gratis kepada pekerja, perusahaan juga sebenarnya telah memberikan gelas kepada pekerja dengan takaran atau volume sebesar 800ml, namun sayangnya banyak pekerja yang justru tidak menggunakan gelas yang diberikan perusahaan dengan berbagai alasan, sehingga masih terdapat pekerja yang minum menggunakan botol plastik, ataupun botol minum kemasan yang sudah bekas pakai. Tidak adanya kebijakan yang mengatur pekerja untuk tidak meminum air selain yang disediakan oleh perusahaan juga menyebabkan pekerja lebih senang untuk membeli minuman lain atau mengkonsumsi kopi saat bekerja. Padahal konsumsi kopi dapat mengganggu pola konsumsi air minum pekerja dan dapat menyebabkan pekerja mengalami dehidrasi. Agar pengendaliannya maksimal, maka perlu dibuat kebijakan peraturan yang mendukung program ini. Program dapat dibuat mengadopsi dari teori yang dikemukakan oleh (Morris et al., 2021) dengan minum 2 gelas air putih sebelum bekerja dan saat melakukan pekerjaan minum 1 gelas air setiap 20 menit. Pelarangan pekerja untuk mengkonsumsi minuman lain yang mengandung kafein juga perlu untuk diberlakukan. Untuk pola kerja perusahaan telah mengatur pola kerja dengan menerapkan sistem kerja shift kontinu dengan aturan 6-7 jam kerja per hari. Hampir seluruh pekerja di area produksi mengalami pajanan panas berlebih dengan bekerja dan berada di dalam ruangan yang panas, walaupun tidak 8 jam bahkan hanya dengan 6 jam saja pekerja telah terpajan oleh panas yang berlebih. Untuk mengendalikan tekanan panas diperlukan juga pengendalian terhadap faktor pola kerja yang menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi terjadinya tekanan panas. Pengendalian dapat dilakukan

dengan mengadopsi teori yang dikemukakan oleh (Bourgeois & Johnson, 2015; Mutchler & Vecchio, 1977; Sutton, 2017) dengan cara penjadwalan waktu kerja. Sistem waktu kerja-istirahat yang tepat pun harus dijadwalkan dan ditentukan sebelumnya untuk menyediakan waktu bagi pekerja untuk mendinginkan tubuhnya. Pengendalian berupa alat pelindung diri yang digunakan pekerja untuk mencegah pajanan panas biasanya berupa pakaian yang dapat mengurangi panas yang dirasakan oleh pekerja serta dapat mendinginkan tubuh penggunanya. Pakaian yang digunakan dapat berupa pakaian yang dapat memantulkan panas atau pakaian yang dilengkapi dengan sistem pendingin. Pakaian yang memiliki model seperti apron atau jaket yang menutupi leher hingga kaki dapat mencegah tubuh untuk menyerap panas radiasi, namun penggunaan pakaian tersebut harus dipertimbangkan apakah pengurangan panas radiasi lebih efektif daripada pendinginan secara konveksi. Ketika suhu panas radiasi tinggi, penambahan sistem pendingin tambahan pada pakaian mode ini juga dapat diterapkan. Sumber panas utama di area produksi PT X ini adalah berasal dari panas radiasi yang berasal dari Kiln. Untuk melakukan pengendalian berupa metode penggunaan PPE perlu banyak pertimbangan. Untuk PPE yang berhubungan dengan pengendalian pajanan panas perusahaan menyediakan baju kerja yang terdiri dari 2 buah kaos yang berbahan katun serta satu buah kemeja yang berbahan katun, celana panjang dari bahan katun tebal 2 buah, topi. Desain baju kerja dibuat longgar. Menurut (Morris et al., 2020) pakaian dengan jenis ini tidak mengurangi panas radiasi yang memajan pekerja, pakaian jenis ini justru membantu mendinginkan tubuh pekerja secara konveksi jika kecepatan aliran udara mendukung, tentunya perusahaan harus mempertimbangkan mengenai efektifitas dari masing-masing pengendalian baik dapat menghalangi pajanan panas radiasi maupun pendinginan secara konveksi. Hasil pengukuran menunjukkan pada titik 3 suhu kering melebihi suhu normal tubuh manusia, penambahan kecepatan angin tidak akan membantu pendinginan secara konveksi. Suhu paling tinggi di titik tersebut adalah suhu radian (T_g) panas radiasi. Pakaian yang tepat untuk pekerja di titik ini adalah pakaian yang reflektif yang dapat memantulkan panas radiasi. Walaupun pakaian yang disediakan oleh perusahaan tidak mengurangi pajanan panas, berdasarkan (Smith & Perfetti, 2019) pakaian ini memiliki 0 point untuk penambahan dan pengurangan nilai WBGT. Yang berarti bahwa jenis pakaian tersebut tidak menambah panas yang dirasakan oleh pekerja. Namun untuk area dengan panas radiasi tinggi perusahaan seharusnya menyediakan pakaian yang tertutup dengan penambahan sistem pendingin sesuai dengan teori yang dikemukakan di atas berdasarkan (Smith & Perfetti, 2019) seperti ice vest, wetted clothing, water cooled garment dan circulating air.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil pengukuran lingkungan serta pengukuran personal terhadap pajanan panas yang diterima oleh pekerja di PT X menunjukkan bahwa pajanan panas yang memajan pekerja telah melampaui batas yang ditentukan dalam Permenaker nomor 5 tahun 2018, untuk beban kerja sedang dengan pola kerja 50-75% pajanan panas yang diperbolehkan adalah maksimal 29°C, namun di area Kiln dan Cast Shop pajanan panasnya mencapai 30.71 hingga 33.8°C. Pengendalian terhadap panas yang telah dilakukan dengan menggunakan shielding cukup berpengaruh mereduksi panas radiasi dapat dilihat dari perbandingan indeks WBGT in rata-rata di titik 1 dan 3. Namun Pengendalian berupa penyediaan air minum masih belum berjalan dengan baik karena keterbatasan pengetahuan pekerja tentang pentingnya mengkonsumsi air. Diperlukan pengendalian

yang tepat untuk mengurangi pajanan panas yang dirasakan oleh pekerja baik itu dari segi engineering control, administrative control, personal protective control dengan merelokasi kipas yang ada di area yang terpajan oleh panas radiant karena penambahan kecepatan angin di titik tersebut dapat menambah risiko pekerja terpajan panas berlebih, pengaktifan kembali turbin ventilator yang tidak berfungsi, agar suplai udara yang masuk tercukupi, lokasi penyediaan air minum diletakkan agak jauh dari sumber panas agar tidak merusak kualitas air minum, menyediakan tempat istirahat yang layak bagi pekerja seperti dengan penyediaan spot-spot untuk mendinginkan tubuh yang berada dekat dengan lokasi penyediaan spot untuk minum, maupun spot untuk beristirahat di luar area kerja. Untuk pengendalian administrative dapat dilakukan dengan membuat peraturan yang mewajibkan pekerja untuk minum 2 gelas air sebelum bekerja selanjutnya saat bekerja agar minum 1 gelas air setiap 20 menit sekali, melakukan training kepada pekerja mengenai bahaya pajanan panas berlebih di tempat kerja, melakukan program aklimatisasi terhadap pekerja secara berkala. Sedangkan untuk personal protective control dapat dilakukan dengan penggunaan pakaian kerja yang sesuai dengan karakteristik panas. Pada area yang memiliki nilai suhu radian tinggi suhu kering $>36^{\circ}\text{C}$, pakaian reflektif disarankan untuk membatasi pajanan panas radiasi

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih dapat diberikan kepada: pihak-pihak yang memberikan bantuan dan dukungan, para profesional yang memberikan kontribusi dalam penyusunan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Babik, K. R., Shockey, T. M., Moore, L. L., & Wurzelbacher, S. J. (2018). Standardizing industrial hygiene data collection forms used by workers' compensation insurers. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 15(9). <https://doi.org/10.1080/15459624.2018.1490022>
- Balakrishnan, K., Ramalingam, A., Dasu, V., Chinnadurai Stephen, J., Raj Sivaperumal, M., Kumarasamy, D., Mukhopadhyay, K., Ghosh, S., & Sambandam, S. (2010). Case studies on heat stress related perceptions in different industrial sectors in southern India. *Global Health Action*, 3(1). <https://doi.org/10.3402/gha.v3i0.5635>
- Barbara A. Plog & Patricia J. Quinlan. (2012). Fundamentals of Industrial Hygiene (6th Edition). In *National Safety Council*.
- Boonruksa, P., Maturachon, T., Kongtip, P., & Woskie, S. (2020). Heat stress, physiological response, and heat related symptoms among Thai sugarcane workers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(17). <https://doi.org/10.3390/ijerph17176363>
- Bourgeois, M. M., & Johnson, D. R. (2015). Heat Stress Illness. In *Hamilton and Hardy's Industrial Toxicology: Sixth Edition*. <https://doi.org/10.1002/9781118834015.ch105>
- Permenaker. (2018). Permenaker no. 5 tahun 2018. *Permenaker No. 5 Tahun 2018*.
- Morris, N. B., Jay, O., Flouris, A. D., Casanueva, A., Gao, C., Foster, J., Havenith, G., & Nybo, L. (2020). Sustainable solutions to mitigate occupational heat strain - An umbrella review of physiological effects and global health perspectives. In *Environmental Health: A Global Access Science Source* (Vol. 19, Issue 1). <https://doi.org/10.1186/s12940-020-00641-7>

- Morris, N. B., Levi, M., Morabito, M., Messeri, A., Ioannou, L. G., Flouris, A. D., Samoutis, G., Pogačar, T., Bogataj, L. K., Piil, J. F., & Nybo, L. (2021). Health vs. wealth: Employer, employee and policy-maker perspectives on occupational heat stress across multiple European industries. *Temperature*, 8(3). <https://doi.org/10.1080/23328940.2020.1852049>
- Morrissey, M. C., Casa, D. J., Brewer, G. J., Adams, W. M., Hosokawa, Y., Benjamin, C. L., Grundstein, A. J., Hostler, D., McDermott, B. P., McQuerry, M. L., Stearns, R. L., Filep, E. M., DeGroot, D. W., Fulcher, J., Flouris, A. D., Huggins, R. A., Jacklitsch, B. L., Jardine, J. F., Lopez, R. M., ... Yeargin, S. W. (2021). Heat Safety in the Workplace: Modified Delphi Consensus to Establish Strategies and Resources to Protect the US Workers. *GeoHealth*, 5(8). <https://doi.org/10.1029/2021GH000443>
- Mutchler, J. E., & Vecchio, J. L. (1977). Empirical relationships among heat stress indices in 14 hot industries. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 38(6). <https://doi.org/10.1080/0002889778507613>
- Paull, J. M., & Rosenthal, F. S. (1987). Heat Strain and Heat Stress for Workers Wearing Protective Suits at a Hazardous Waste Site. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 48(5). <https://doi.org/10.1080/15298668791385048>
- Roelofs, C. R., Barbeau, E. M., Ellenbecker, M. J., & Moure-Eraso, R. (2003). Prevention strategies in industrial hygiene: A critical literature review. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 64(1). <https://doi.org/10.1080/15428110308984788>
- S, L., S, B., M, M. K., & K, V. (2019). Concept of Industrial Hygiene. *International Research Journal of Multidisciplinary Technovation*. <https://doi.org/10.34256/irjmtcon87>
- Smith, C. J., & Perfetti, T. A. (2019). 142 ACGIH Threshold Limit Values ® (TLV ® s) established from 2008-2018 lack consistency and transparency . *Toxicology Research and Application*, 3. <https://doi.org/10.1177/2397847318822137>
- Sutton, I. (2017). Chapter 15 - Health. In *Plant Design and Operations (Second Edition)*.