

PENGARUH PENERAPAN REKAYASA TEKNIK TERHADAP PENINGKATAN KINERJA K3 PADA UMKM KERIPIK SINGKONG DI DESA GURI

Panji akbar^{1*}, Ida Ayu Sri Adnyani², I Ketut Wiryajati³

^{1,2,3} Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Indonesia

Received: 28 Desember 2024

Accepted: 29 Maret 2025

Published: 14 April 2025

Keywords:

Occupational Safety and Health, Engineering Controls, MSMEs, Ventilation System, Heat Exposure

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di UMKM keripik singkong melalui rekayasa teknik pada sistem saluran pembuangan uap panas. UMKM ini menghadapi risiko kerja berupa paparan panas tinggi akibat kondisi ventilasi yang tidak optimal. Metode yang digunakan meliputi identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan perbaikan sistem ventilasi dengan pemasangan *aluminium fleksibel duct*, *exhaust fan*, blower, serta ventilasi tambahan. Hasil menunjukkan bahwa suhu rata-rata ruangan sebelum perbaikan mencapai 38,31°C, dengan puncak suhu 54°C, sementara setelah perbaikan suhu rata-rata turun menjadi 32,5°C dengan suhu maksimum 37°C. Uji t menghasilkan p-value < 0,0001, menunjukkan perbaikan berdampak signifikan terhadap penurunan suhu ruangan. Dengan demikian, rekayasa teknik terbukti efektif dalam menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman dan meningkatkan produktivitas pekerja di UMKM keripik singkong.

Correspondent Email:

adnyani@unram.ac.id

Abstract. This study aims to improve occupational safety and health (OSH) performance in a cassava chips micro, small, and medium enterprise (MSME) through engineering modifications of the steam exhaust system. The MSME faced significant heat exposure due to suboptimal ventilation in the production area. The research method involved hazard identification, risk assessment, and system improvement by installing flexible aluminum ducts, an exhaust fan, a blower, and additional ventilation. The results show a reduction in the average room temperature from 38.31°C (with a peak of 54°C) before the improvement to 32.5°C (with a maximum of 37°C) after the intervention. A t-test yielded a p-value < 0.0001, indicating a statistically significant effect of the system enhancement. Thus, engineering controls proved to be effective in creating a safer and more productive working environment for cassava chip workers.

1. PENDAHULUAN

Usaha Mikro Kecil Menengah (UMKM) industri keripik singkong yang berperan dalam perekonomian Indonesia memiliki proses produksi meliputi penyiapan bahan baku, pengupasan, pemotongan, penggorengan, dan pengemasan yang dilakukan dalam ruangan 3x3

meter dengan suhu 36°C dan kelembaban 74 RH%. [1][2] Aktivitas produksi melibatkan dua pekerja dan berbagai peralatan seperti tungku, wajan, gas, mesin pemotong, serta *exhaust fan*. Kondisi kerja ini memunculkan potensi bahaya fisik berupa paparan panas, serta bahaya ergonomi seperti postur kerja tidak ergonomis

dan gerakan berulang yang dapat menurunkan produktivitas kerja. Untuk mengatasi hal tersebut, diterapkan hirarki pengendalian K3 dari eliminasi hingga penggunaan APD, dengan fokus pada perbaikan desain saluran pembuangan uap panas.[3] Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi bahaya, menilai risiko, dan evaluasi perbaikan untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman dan sehat bagi pekerja UMKM keripik singkong.

Penerapan hirarki K3 di UMKM keripik singkong sangatlah penting untuk melindungi pekerja dan keberlangsungan usaha.[4][5] Dengan menerapkan Langkah-langkah K3 yang tepat seperti eliminasi, menggunakan sistem penggorengan tertutup untuk mengurangi paparan panas dan risiko terbakar. Substitusi, penggunaan bahan baku yang lebih bersih, sehingga mengurangi proses pembersihan. Rekayasa Teknik, pemasangan atau perbaikan pada saluran pembuangan uap panas untuk mengurangi paparan panas pada ruangan agar pekerja lebih produktif dalam bekerja. Pengendalian administratif, membuat prosedur kerja standar (SOP) dan melakukan pemeriksaan rutin terhadap peralatan dan tempat kerja. Alat pelindung diri (APD), memastikan pekerja menggunakan APD dengan benar.[6][7]

Saluran pembuangan uap panas merupakan komponen penting dalam industri UMKM keripik singkong.[8] namun seiring berjalannya waktu, saluran ini mengalami masalah seperti korosi dan penurunan efisiensi sehingga menyebabkan para pekerja terkena paparan panas dengan suhu ruangan mencapai 30-40 °C pada waktu siang hari dan penurunan produktivitas yang semula bisa memproduksi sampai 5 Kg menjadi 2 Kg produksi pada pekerja. Oleh karena itu, diperlukannya Tindakan perbaikan atau modifikasi untuk mengatasi masalah dan meningkatkan kinerja serta keselamatan sistem.[9]

Setelah dilakukannya perbaikan pada saluran pembuangan uap panas diharapkan terjadi peningkatan yang signifikan pada kinerja dan efisiensi sistem.[10][11] Perbaikan ini meliputi pemasangan pipa fleksibel aluminium, penambahan *exhaust fan* dan blower serta perbaikan pada saluran ventilasi yang berbentuk persegi yang kemudian disambungkan pada fleksibel duct. Dengan

demikian, diharapkan dapat mengurangi resiko kecelakaan kerja, meningkatkan produktivitas kerja serta meningkatkan umur pakai saluran.[10]

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Komponen Saluran Pembuangan Uap panas*

Saluran pembuangan uap panas memiliki komponen-komponen penting untuk meningkatkan kinerjanya. Berikut beberapa komponen yang membantu kinerja saluran pembuangan uap panas.

2.1.1 *Blower dan Exhaust fan*

Gambar 1 menunjukkan Blower digunakan untuk meningkatkan dan memperbesar tekanan udara atau gas yang akan dialirkan pada suatu ruangan dan juga sebagai penghisap udara dan gas tertentu.[12].

Exhaust fan merupakan kipas yang berfungsi untuk menghisap udara didalam ruangan untuk dibuang keluar. Alat ini membantu mengatur sirkulasi udara didalam ruangan.[13]



Gambar 1 Blower dan *Exhaust fan*

2.1.2 *Aluminium Flexible Duct*

Aluminium flexible duct merupakan komponen yang digunakan untuk menyalurkan atau penghantar, baik udara panas dan dingin dari titik satu ke titik yang lainnya. Dimana ditunjukkan pada gambar 2.

2.2. *Keselamatan dan Kesehatan kerja (K3)*

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan suatu elemen dalam system ketenagakerjaan yang memiliki peran penting dalam keberlangsungan roda ekonomi di tempat atau satuan kerja.[14] Jaminan penerapan K3 tertuang dalam Undang-undang Nomor 1 tahun

1970 yang menyatakan bahwa setiap tenaga kerja berhak mendapat perlindungan atas keselamatannya dalam melakukan pekerjaan untuk kesejahteraan hidup dan meningkatkan produksi serta produktivitas nasional.



Gambar 2 Aluminium Flexibel Duct

Hal ini bertujuan untuk menjamin keselamatan setiap orang yang berada di tempat kerja, menjamin pemakaian dan penggunaan sumber produksi secara aman dan efisien. Sehingga diperlukan upaya untuk mewujudkan hal tersebut dengan memberikan pembinaan norma perlindungan kerja dalam Undang-undang sesuai dengan perkembangan masyarakat, industrialisasi, teknik dan teknologi. Dalam perkembangannya, Undang-undang Keselamatan kerja disertai dengan tambahan Lembaran Negara Nomor 2918 dan Peraturan perundangan lain yang bersifat mengikat dan saling terkait.

Sistem atau teknik yang digunakan untuk mengelola risiko, antara lain:[15] [16]

a. Eliminasi (*Elimination*)

Eliminasi adalah upaya untuk menghilangkan bahaya. Ini adalah langkah ideal yang dapat dilakukan dan harus menjadi pilihan utama dalam melakukan pengendalian risiko bahaya. Eliminasi berarti mengeluarkan sumber atau peralatan yang dapat menimbulkan bahaya.

b. Substitusi (*Substitution*)

Substitusi didefinisikan sebagai penggantian bahan yang berbahaya dengan bahan yang lebih aman. Prinsip pengendalian ini adalah menggantikan sumber risiko dengan sarana atau peralatan lain yang lebih aman atau memiliki tingkat resiko yang lebih rendah.

c. Rekayasa (*Teknik*)

Rekayasa/Teknik adalah upaya untuk menurunkan risiko dengan membuat desain tempat kerja, mesin, peralatan, atau proses kerja lebih aman. Salah satu karakteristik fase ini adalah meningkatkan pemikiran yang lebih mendalam tentang metode untuk mengubah peralatan di tempat kerja, menggabungkan kegiatan, mengubah prosedur, dan mengurangi frekuensi kegiatan berbahaya.

d. Administrasi (*Administration*)

Upaya administrasi berfokus pada penggunaan prosedur seperti prosedur operasional standar (SOP) untuk mengurangi risiko.

e. Alat Pelindung Diri (APD).

Alat pelindung diri adalah tindakan terakhir yang diambil untuk mengurangi dampak bahaya.

2.3. Manajemen risiko bahaya ditempat kerja

Penyebabkan cedera, sakit, atau kematian. Bahaya ini dapat bersumber dari banyak aspek termasuk peralatan, bahan berbahaya, proses pengolahan, dan prosedur melakukan pekerjaan. Untuk mencegah hal tersebut, sangat penting manajemen risiko bahaya dengan menerapkan aturan dan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di tempat kerja adalah kondisi di mana berbagai upaya berdasarkan ilmu pengetahuan dan pemikiran diterapkan untuk melindungi tenaga kerja, manusia, karya, dan budaya dengan menerapkan teknologi pencegahan kecelakaan secara konsisten sesuai dengan peraturan dan standar yang berlaku.[17]

Aplikasi manajemen kerja dapat membantu menganalisis dan mengkategorikan per operasi, melakukan pengecekan bahaya sekaligus menyediakan solusi agar bahaya dapat dikurangi. Tindakan ini termasuk memeriksa pabrik/ laboratorium, proses kerja dan sistem kerja (perizinan sistem kerja), hal-hal yang mempengaruhi perilaku, kualifikasi dan pelatihan yang sesuai dengan pekerjaan, serta tingkat pelatihan, supervisi, dan pengontrolan.

3. METODE PENELITIAN

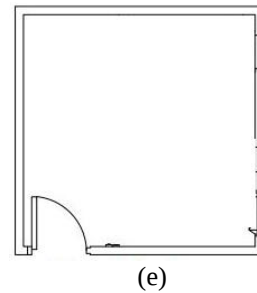
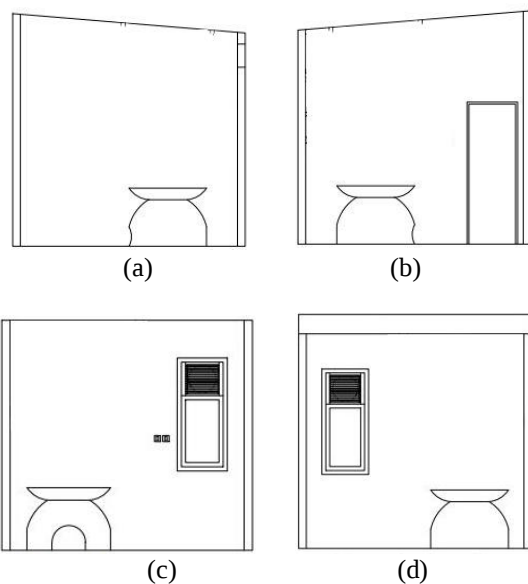
Pada Penelitian ini metode yang digunakan adalah dengan mengidentifikasi

masalah berupa suhu ruangan yang sangat panas pada ruangan produksi dan melakukan perbaikan pada sistem saluran pembuangan uap panas yang mengalami penurunan efisiensi sehingga menyebabkan para pekerja terkena paparan suhu panas dan menurunkan produktivitas kerja. Perbaikan pada sistem saluran pembuangan uap panas diperlukannya konsep desain yang akan digunakan.

3.1. Konsep Desain

3.1.1. Sebelum dilakukan perbaikan pada saluran pembuangan uap panas

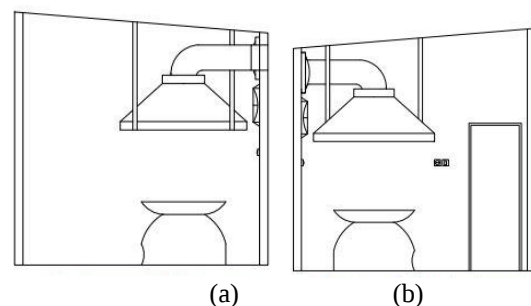
Pada gambar 3 menunjukkan pada UMKM keripik singkong memiliki ruangan produksi. Ruangan UMKM keripik singkong ini berukuran 3x3 meter. Terdapat beberapa alat yang tersedia pada ruangan produksi yaitu wajan, tabung gas yang ukuran 3 kg, kursi, alat pemotong singkong dan exhaust fan.. Dari ruangan produksi ini difokuskan perbaikan pada saluran pembuangan uap panas, yang dimana suhu pada ruangan produksi sangatlah panas dan mempengaruhi kesehatan dan kinerja pada pekerja. Dimana saluran pembuangan uap panas yang sudah tidak berfungsi dengan baik lagi.

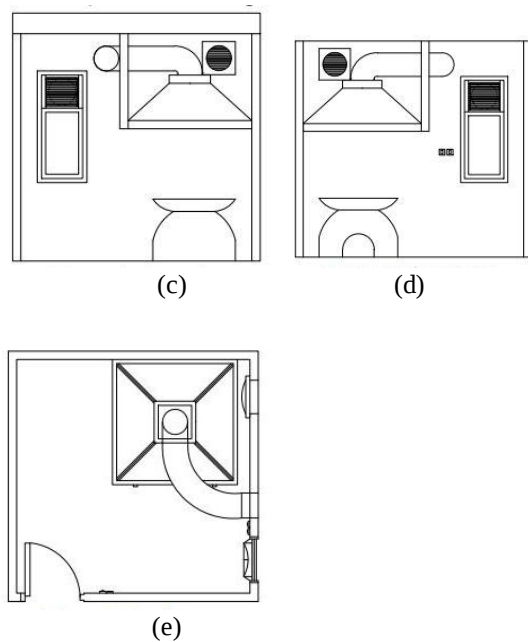


Gambar 3 (a) Sisi depan, (b) Sisi belakang, (c) Sisi kiri, (d) Sisi kanan, (e) Sisi atas.

3.1.2. Sesudah Dilakukan Perbaikan Pada saluran Pembuangan Uap Panas

Pada gambar 4 menunjukkan desain sistem pada saluran pembuangan uap panas ini ditampilkan dari lima sudut yang saling melengkapi. Dari tampak atas, terlihat saluran pembuangan uap panas yang berbentuk persegi dengan ukuran 1,5 x 1,5 meter dengan *frame duckting* atau pipa aluminium dengan bukaan ditengah untuk menaikkan uap panas pada penggorengan. Tampak belakang memperlihatkan *hood trapesium* dengan pipa aluminium horizontal diatas area penggorengan. Pada tampak depan, terlihat ketinggian hood dan berbentuk trapesium yang menjorok kedalam dengan pipa aluminium yang terpasang miring untuk mengoptimalkan aliran uap. Tampak samping kanan dan kiri menunjukkan komponen penting seperti *exhaust fan* untuk menarik uap serta jendela ventilasi tambahan, dengan posisi hood sejajar dengan area memasak. Keseluruhan desain ini mempertimbangkan efisiensi pembuangan uap panas dan asap dengan memanfaatkan sifat alami uap yang cenderung naik ke atas, didukung dengan pipa aluminium yang terintegrasi dan *exhaust fan* untuk memaksimalkan ekstraksi uap.

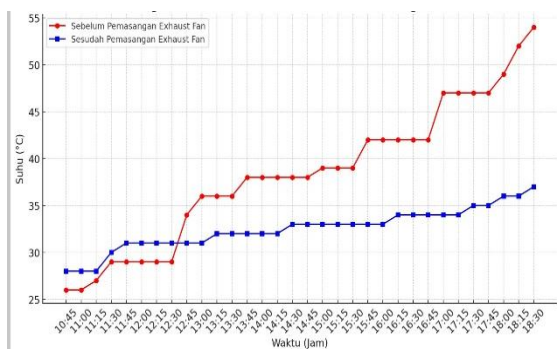




Gambar 4 (a) Sisi depan, (b) Sisi belakang, (c) Sisi kanan, (d) Sisi kiri, (e) Sisi atas.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil yang didapatkan melalui pengambilan data sebelum dilakukan perbaikan pada saluran pembuangan uap panas dan setelah dilakukan perbaikan pada saluran pembuangan uap panas. Data yang didapatkan berupa data suhu ruangan pada ruangan produksi UMKM.



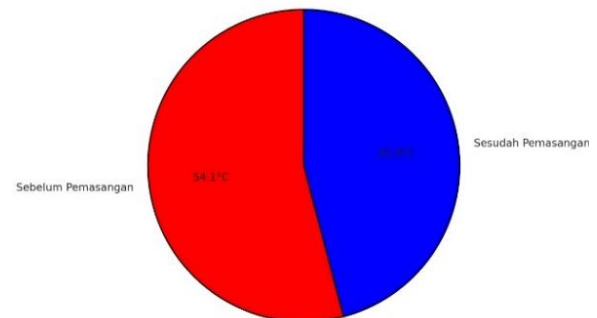
Gambar 5 Perbandingan suhu ruangan sebelum dan sesudah menggunakan *exhaust fan*

Gambar 5 menunjukkan perbandingan suhu ruangan dari pukul 10.45 sampai dengan 18.30, antara kondisi sebelum dan sesudah pemasangan *exhaust fan*.

Sebelum pemasangan, suhu awal tercatat 26°C dan terus meningkat secara signifikan, terutama setelah pukul 12.30. suhu mencapai puncak pada 54°C pada pukul 18.30, menandakan akumulasi panas yang tinggi

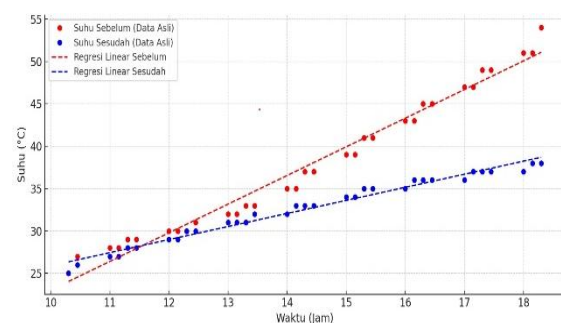
didalam ruangan tanpa sistem ventilasi tambahan.

Setelah pemasangan, suhu awal sedikit lebih tinggi di 28°C, namun kenaikannya lebih lambat dan stabil. Hingga pukul 18.30, suhu hanya mencapai 37°C. selisih suhu pada waktu yang sama mencapai 17°C, yang menunjukkan efektifitas *exhaust fan* dalam menangani dan menstabilkan suhu ruangan.



Gambar 5 Perbandingan rata-rata suhu ruangan sebelum dan sesudah menggunakan *exhaust fan*

Gambar 5 menunjukkan perbandingan suhu rata-rata sebelum dan sesudah pemasangan *exhaust fan*. Terdapat dua bagian utama dalam grafik yang dibedakan berdasarkan warna. Warna merah mewakili suhu rata-rata sebelum pemasangan yaitu 54.1°C, dan warna biru mewakili suhu rata-rata sesudah pemasangan yaitu 37.9°C. ini menandakan bahwa suhu lebih tinggi sebelum dilakukan pemasangan dibandingkan setelah dilakukan pemasangan.



Gambar 6 Regresi linear suhu sebelum dan sesudah pemasangan *exhaust fan*

Pada gambar 6 menunjukkan tujuannya untuk mengevaluasi efektivitas pemasangan *exhaust fan* dalam mengendalikan suhu lingkungan dengan pendekatan kuantitatif menggunakan analisis regresi linear. Gambar 6 yang disajikan membandingkan perubahan suhu terhadap waktu antara kondisi sebelum

dan sesudah pemasangan exhaust fan dalam rentang waktu pukul 10.30 hingga 18.30.

Dari hasil analisis regresi linear, terlihat perbedaan yang sangat mencolok antara dua kondisi tersebut. Sebelum exhaust fan dipasang, suhu mengalami peningkatan yang cukup signifikan dari waktu ke waktu, sebagaimana tergambar pada kemiringan (*slope*) regresi linear yang tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa laju peningkatan suhu per jam cukup besar, menandakan bahwa kondisi termal ruangan tidak stabil dan cenderung memburuk seiring bertambahnya waktu operasional.

Sebaliknya, setelah pemasangan *exhaust fan*, grafik menunjukkan tren yang lebih stabil dengan kemiringan garis regresi yang jauh lebih landai. Artinya, laju peningkatan suhu per jam mengalami penurunan yang signifikan. Dalam konteks teknik pengendalian suhu, penurunan *slope* ini merupakan indikator positif yang menunjukkan keberhasilan intervensi melalui ventilasi mekanis. Pemasangan *exhaust fan* mampu memperlambat akumulasi panas di dalam ruangan, menciptakan lingkungan kerja yang lebih nyaman dan aman bagi pekerja maupun perangkat elektronik yang sensitif terhadap suhu.

Dampak teknis dari temuan ini cukup jelas. *Exhaust fan* bekerja dengan mengalirkan udara panas keluar dari ruangan dan menggantinya dengan udara yang lebih sejuk dari luar, sehingga suhu tidak terjebak dan tidak terus meningkat akibat proses produksi atau paparan panas lainnya. Efisiensi termal yang dihasilkan juga berdampak pada efisiensi energi secara keseluruhan, mengurangi kebutuhan penggunaan sistem pendingin aktif seperti AC yang memerlukan daya listrik lebih besar.

Secara keseluruhan, hasil regresi ini memberikan bukti kuantitatif bahwa pemasangan *exhaust fan* merupakan solusi sederhana namun efektif dalam pengendalian suhu lingkungan industri. Keberhasilan intervensi ini tidak hanya berimplikasi pada aspek kenyamanan termal, tetapi juga pada efisiensi operasional dan penghematan energi. Oleh karena itu, strategi pemasangan ventilasi mekanis seperti *exhaust fan* perlu dipertimbangkan sebagai bagian dari desain sistem tata udara dalam ruang tertutup yang memiliki potensi akumulasi panas tinggi.

Menghitung Uji t dan P-value

Tabel 1 parameter sebelum-sesudah pemasangan *exhaust fan*.

Parameter	Sebelum	Sesudah
Rata-rata (mean)	383.125	32.500
Median	380.000	33.000
Standar Deviasi	7.659	2.214
Varians	5.867	4.903
Nilai Minimum	260.000	28.000
Nilai Maksimum	540.000	37.000
Rentang	280.000	9.000
Uji t	4.123	-
p-value	20.864	-

Diketahui : Data sesudah pemasangan

- Rata-rata ($\bar{x}$) = 32.5
- Standar deviasi (s) = 2.2143
- Jumlah sampel (n) = 32
- Rata-rata pembandingan = 383.125 (sebelum pemasangan)

Perhitungan Uji t dan P-Value

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

$$t = \frac{32.5 - 383.125}{\frac{2.2143}{\sqrt{32}}}$$

$$t = \frac{-350.625}{0.3915}$$

$$t = -895.63$$

P-value ≈ 0 atau bisa ditulis P-value < 0.0001 artinya hasil yang didapatkan sangat signifikan dan pemasangan pada sistem saluran pembuangan uap panas sangat berpengaruh.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan rekayasa sistem K3 dalam bentuk perbaikan sistem saluran pembuangan uap panas meningkatkan kondisi kerja di ruang produksi UMKM keripik singkong. Sebelum perbaikan, rata-rata suhu ruangan mencapai 38.31°C dengan puncaknya 54°C, yang mengakibatkan turunnya produktifitas

dan mempengaruhi Kesehatan dan kinerja pekerja.

Setelah dilakukannya perbaikan dengan pemasangan pipa aluminium, *exhaust fan*, *blower* dan perbaikan pada ventilasi, suhu ruangan menurun dengan rata-rata menjadi 32.5°C dengan suhu maksimum 37°C. Hasil uji t yang dilakukan dengan nilai t yang didapatkan = -895.63 dengan p-value < 0.0001, menunjukkan bahwa perbaikan sistem ventilasi berdampak sangat signifikan terhadap suhu ruangan.

Rekayasa K3 sangat efektif dalam menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman, nyaman dan produktif serta memperpanjang usia sistem saluran pembuangan uap panas di UMKM.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Saifulloh, R. Pamungkas, and D. A. Sari, "Analisis Manajemen Risiko Pada UMKM Keripik Singkong 'Sugi' Menggunakan SWOT Dan Matrik Risiko," *Gontor Agrotech Sci. J.*, vol. 8, no. 3, pp. 118–124, 2023, doi: 10.21111/agrotech.v8i3.9398.
- [2] K. A. Akhmad and S. Purnomo, "Pengaruh Penerapan Teknologi Informasi Pada Usaha Mikro Kecil Dan Menengah Di Kota Surakarta," *Sebatik*, vol. 25, no. 1, pp. 234–240, 2021, doi: 10.46984/sebatik.v25i1.1293.
- [3] T. Adianto, C. Santoso, and D. Kurniawan, "Usulan Perbaikan Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja Menggunakan Metode Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control Identification, Risk Assessment And Risk Control (HIRARC) di PT X," *Diseminasi*, pp. 1–12, 2022, [Online]. Available: <https://eproceeding.itenas.ac.id/index.php/fti/article/view/1649/1399>
- [4] Muhammad Zulfi Ikhsan, "Identifikasi Bahaya, Risiko Kecelakaan Kerja Dan Usulan Perbaikan Menggunakan Metode Job Safety Analysis (JSA)," *J. Teknol. dan Manaj. Ind. Terap.*, vol. 1, no. 1, pp. 42–52, 2022, doi: 10.55826/tmit.v1i1.13.
- [5] L. Hanarisanty, R. I. Kurniati, and R. Syara Nasution, "Sanitasi Lingkungan Kerja Industri Roti A di Yogyakarta," *J. Green Eng. Sustain.*, vol. 01, pp. 1–7, 2023, [Online]. Available: <https://journal.uvers2.ac.id/index.php/greeners>
- [6] 2018 Suwardi dan Daryanto, "Analisis Kesehatan Dan Keselamatan Kerja (K3) Menggunakan Metode Hazard Identification And Risk Assessment (HIRA) Pada Bagian Silo Di Pt . Santosa Utama Lestari Moyo," *J. Ind. dan Teknol. Samawa*, vol. 5, no. 1, pp. 21–30, 2018, [Online]. Available: <http://www.jurnal.uts.ac.id/index.php/jitsa/article/view/3784/1862>
- [7] Radityazty Dahayu Nurhayati and Yayok Suryo Purnomo, "Analisis Risiko K3 dengan Metode HIRADC pada Industri Pengolahan Makanan Laut di Jawa Timur," *INSOLOGI J. Sains dan Teknol.*, vol. 2, no. 3, pp. 450–461, 2023, doi: 10.55123/insologi.v2i3.1883.
- [8] Y. Huang, Y. Wang, X. Ren, Y. Yang, J. Gao, and Y. Zou, "Ventilation guidelines for controlling smoke, dust, droplets and waste heat: Four representative case studies in Chinese industrial buildings," *Energy Build.*, vol. 128, pp. 834–844, 2016, doi: 10.1016/j.enbuild.2016.07.046.
- [9] A. Latifa, "Digital Repository Universitas Jember," p. 27, 2015, [Online]. Available: [http://repository.unej.ac.id/bitstream/handle/123456789/65672/Ainul](http://repository.unej.ac.id/bitstream/handle/123456789/65672/Ainul%20Latifah-101810401034.pdf?sequence=1)
- [10] K. C. Pandiangan, L. Nurul Huda, A. Jabbar, and M. Rambe, "Analisis Perancangan Sistem Ventilasi Dalam Meningkatkan Kenyamanan Termal Pekerja Di Ruang Formulasi Pt Xyz," *J. Tek. Ind. FT USU*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2013.
- [11] E. H. Manurung, "Perencanaan K3 Pekerjaan Bidang Konstruksi," *J. Rekayasa Konstr. Mek. Sipil*, vol. 3, no. 1, pp. 49–54, 2020, doi: 10.54367/jrkms.v3i1.703.
- [12] Munawar Alfansury and W. Septiawan, "Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi," *J. Rekayasa Mater. Manufaktur dan Energi*, vol. 6, no. 1, pp. 137–143, 2023, [Online]. Available: <http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RMME>
- [13] L. Kamelia, Y. Sukmawiguna, and N. U. Adiningsih, "Rancang Bangun Sistem Exhaust Fan Otomatis Menggunakan Sensor Light Dependent Resistor," *J. ISTEK*, vol. 10, no. 1, pp. 154–169, 2017.
- [14] S. Darmayani *et al.*, *Kesehatan Keselamatan Kerja (K3). Widina Bhakti Persada Bandung, Jawa Barat*. 2023.
- [15] I. Ayu, S. Adnyani, T. Elektro, F. Teknik, and U. Mataram, "KESELAMATAN," vol. 12, no. 3, 2024.
- [16] Ahmad Umar, Ida ayu sri adnyani, Sultan, J. T. Elektro, F. Teknik, and U. Mataram, "MENGUNAKAN METODE HAZARD AND OPERABILITY STUDY (HAZOP) di LABORATORIUM SISTEM TENAGA MENGUNAKAN METODE HAZARD AND OPERABILITY STUDY (HAZOP) di

LABORATORIUM SISTEM TENAGA,”
2023.

- [17] M. R. Lazuardi, T. Sukwika, and K. Kholil,
“Analisis Manajemen Risiko Keselamatan dan
Kesehatan Kerja Menggunakan Metode
HIRADC pada Departemen Assembly Listrik,”
J. Appl. Manag. Res., vol. 2, no. 1, pp. 11–20,
2022, doi: 10.36441/jamr.v2i1.811.