

## Rancangan Perbaikan Lingkungan Kerja yang Ergonomis menggunakan Software Dialux dan Computational Fluid Dynamic

Shofa Putri Reida\*, Yanti Sri Rejeki, Anis Septiani

Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

\*shofa.pr@gmail.com, yrsr2804@gmail.com, anisseptiani@gmail.com

**Abstract.** The impact of the work environment results in workers feeling uncomfortable, a decrease in the amount of production, and there are stale products due to excessive heat. Therefore, this research aims to measure and classify the risk level of physical work environment factors and design improvements to a safe and comfortable work environment. This study uses a quantitative method with an interval measurement scale. Based on these objectives, identification was carried out using ergonomic checkpoints and measurements of the physical work environment using a 4 in 1 environment meter. Improved natural lighting design based on SNI 03-2396-2001, artificial lighting design using Lumen Method, temperature improvement design using computational fluid dynamic method, noise improvement design using Noise Exposure Limit method. The results of problem identification using ergonomic checkpoints and the calculation of the average physical work environment shows that lighting, temperature and noise are at risky and uncomfortable levels. The design was carried out by adding rooflights, lights, turbine ventilators, providing earplugs and good use of the work area. Creating a warm and comfortable work environment by reducing lighting intensity, temperature and noise, as well as improving the layout of the place.

**Keywords:** *Ergonomics; Ergonomic checkpoints; Work physical environment.*

**Abstrak.** Dampak lingkungan kerja tersebut mengakibatkan pekerja merasa tidak nyaman, terjadinya penurunan jumlah produksi, dan terdapat produk basi akibat panas berlebih tersebut. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengukur dan mengklasifikasikan tingkat risiko faktor-faktor lingkungan fisik kerja dan melakukan rancangan perbaikan lingkungan kerja yang aman dan nyaman. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan skala pengukuran interval. Berdasarkan tujuan tersebut dilakukan identifikasi evaluasi ergonomi menggunakan *ergonomic checkpoints* dan pengukuran lingkungan kerja fisik menggunakan alat *4 in 1 environment meter*. Perbaikan perancangan pencahayaan alami berdasarkan SNI 03-2396-2001, perancangan pencahayaan buatan menggunakan Metode Lumen, perancangan perbaikan temperatur menggunakan metode *computational fluid dynamic*, perancangan perbaikan kebisingan menggunakan metode *Noise Exposure Limit*. Hasil identifikasi permasalahan menggunakan *ergonomic checkpoints* dan perhitungan rata-rata lingkungan kerja fisik, menunjukkan pencahayaan, temperatur, dan kebisingan berada di tingkat beresiko dan tidak nyaman. Rancangan yang dilakukan dengan penambahan rooflight, lampu, turbin *ventilator*, pemberian *earplug* dan pemanfaatan area kerja yang baik. Menghasilkan lingkungan kerja yang hangat dan nyaman dengan menurunkan intensitas pencahayaan, temperatur dan kebisingan, juga perbaikan tata letak tempat tersebut.

**Kata Kunci :** *Ergonomi, Ergonomic checkpoints, Lingkungan fisik kerja.*

## A. Pendahuluan

Lingkungan kerja pada umumnya dapat dikatakan baik apabila lingkungan kerja tersebut sehat, nyaman, aman dan menyenangkan bagi karyawan dalam menyelesaikan pekerjaannya, sehingga mampu mencapai suatu hasil yang optimal (Rahmawanti, 2014). Sebaliknya apabila kondisi lingkungan kerja tersebut tidak memadai dapat merugikan perusahaan yang disebabkan oleh pekerja yang kehilangan konsentrasi dan semangatnya ketika bekerja dan berdampak negatif terhadap kinerja karyawan (Mandasari, 2015). Oleh karena itu, perusahaan harus memperhatikan kenyamanan dan keamanan pekerja salah satunya dengan menerapkan ergonomi di lingkungan kerja. Penerapan ergonomi untuk mewujudkan nyaman dan keamanan lingkungan kerja dengan memperhatikan penerangan, temperatur, kebisingan, dan *layout* ditempat kerja (Simanjuntak dan Susetyo, 2022).

CV. Tasifa Jaya berlokasi di Jalan Junti Hilir, Katapang, Kabupaten Bandung. UMKM ini bergerak dibidang produksi makanan olahan daging, yaitu bakso. Perusahaan menerapkan sistem *make to order*, dengan rata-rata pesanan 50.000 butir bakso dengan 13 macam varian. Proses produksi berlangsung selama 8 jam/hari dengan waktu istirahat 1 jam. Pekerja mulai melakukan aktivitas produksi pada jam 08.00 WIB hingga 16.00 WIB dari hari Senin sampai Minggu. Total pekerja saat ini sebanyak 15 orang, terdiri dari 3 orang di stasiun kerja pemotongan dan penggilingan, 3 orang di stasiun kerja pengadonan, 3 orang di stasiun kerja pencetakan dan perebusan, 2 orang di stasiun kerja penirisan, dan 4 orang di stasiun kerja *packing* dan *finishing*.

Berdasarkan informasi dari perusahaan, terdapat penurunan hasil produksi yang bertahap dari tahun ke tahun disebabkan oleh turunnya permintaan dan kinerja pekerja. Penurunan kinerja pekerja disebabkan oleh lingkungan fisik kerja (Saefullah, dkk., 2022). Lingkungan fisik kerja yang panas dan bising berakibat timbulnya rasa lelah dan stress kerja sehingga mengakibatkan penurunan kinerja pekerja (Dina, dkk., 2014). Berdasarkan hasil pengamatan awal, pekerja banyak melakukan istirahat disela-sela pekerjaan untuk menghilangkan rasa lelah. Selama pengamatan dirasakan udara yang berada disekitar lingkungan kerja sangat panas menyebabkan tubuh pekerja cepat mengeluarkan keringat sehingga pekerja mudah lelah, dan kurang bersemangat. Selain itu pekerja merasa kurang nyaman yang ditunjukkan dari suara bising, lantai yang licin dan fasilitas kerja yang tidak tertata rapi.

Penelitian yang akan dilakukan yaitu perbaikan lingkungan kerja dengan menggunakan ke-3 faktor yaitu pencahayaan, suhu, kebisingan, dan perbaikan terhadap tata letak tempat kerja. Evaluasi dilakukan dengan menggunakan *tools ergonomic checkpoints* yang berfokus pada aspek *premises*, *lighting* dan *hazardous substances and agents* pada point 64 s.d 94. Kemudian dilakukan rancangan perbaikan berdasarkan acuan Standar Nasional Indonesia (SNI) dengan objek penelitian di UMKM bidang pengolahan makanan cepat saji, maka perumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut: “Bagaimana tingkat risiko dari faktor-faktor lingkungan kerja yang ada di CV. Tasifa Jaya?”, dan “Bagaimana perbaikan lingkungan kerja CV. Tasifa Jaya?”. Selanjutnya, tujuan dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Mengukur dan mengklasifikasikan tingkat risiko faktor-faktor lingkungan kerja.
2. Merancang perbaikan lingkungan kerja yang aman dan nyaman.

## B. Metodologi Penelitian

Metode Penelitian yang digunakan adalah metode penelitian kuantitatif. Sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai yaitu merancang lingkungan kerja yang nyaman, dilakukan penelitian evaluasi lingkungan kerja menggunakan alat *ergonomic checkpoints* dengan menggunakan alat bantu 4 in 1 environment meter untuk mengukur intensitas pencahayaan, kebisingan, suhu, dan kelembaban. Data yang diolah menggunakan alat tersebut dengan membandingkan hasil rata-rata data tersebut dengan SNI dan Peraturan Menteri Kesehatan ataupun Keputusan Menteri Kesehatan. Sehingga dibuat perancangan perbaikan lingkungan kerja untuk pencahayaan menggunakan perhitungan Tompkins dan disimulasikan menggunakan software DIALux, Kebisingan menggunakan Noise Exposure Limits, Temperatur atau suhu menggunakan metode computational fluid dynamic, Thermal Humidity Index dan software SolidWorks.

### C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

#### Hasil Identifikasi Evaluasi Lingkungan Kerja Fisik Menggunakan *Ergonomic Checkpoints*.

Ergonomic Checkpoints merupakan alat evaluasi ergonomi lingkungan kerja yang terdiri dari 9 aspek ergonomi yaitu aspek materials storage and handling, hand tools, machine safety, workstation design, lightning, premises, hazardous substances and agents, welfare facilities, dan work organization. Ergonomic Checkpoints ini memiliki 132 poin pertanyaan yang dapat diisi dengan memberikan tanda ceklis (√) pada pilihan ‘Ya’ atau ‘Tidak’ dan ‘Prioritas’ sesuai dengan kondisi di lingkungan kerja yang diamati. Pada penelitian ini, ergonomic checkpoints yang digunakan hanya pada aspek lingkungan, yaitu lightning (pencahayaan), premises (tempat), hazardous substances and agents (zat dan agen berbahaya). Jumlah pertanyaan pada aspek tersebut sebanyak 30 poin (poin ke 64-94).

Berdasarkan pengisian lembar *Ergonomic checkpoints* ditemukan 8 poin yang memerlukan tindakan perbaikan dan diprioritaskan. Tabel prioritas *Ergonomic Checkpoints* aspek pencahayaan diperlihatkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Prioritas Aspek Pencahayaan

Aspek	No	Sub Aspek	Prioritas	Keterangan
Pencahayaan	67	Terangi area kerja secara merata untuk meminimalkan perubahan kecerahan	√	Penerangan pencahayaan di tempat kerja belum merata, pada stasiun kerja pengadonan ketika langit mulai gelap pencahayaan pun ikut meredup

Pencahayaan pada ruang produksi tidak merata, ditunjukkan dengan perbedaan intensitas cahaya terendah dari 72,15 dan cahaya tertinggi mencapai 1503,78 lux pada sekitar titik ukur, sehingga aspek pencahayaan poin 67 menjadi prioritas. Aspek ini diprioritaskan karena perlu memaksimalkan penggunaan pencahayaan alami dari jendela, *skylight* dan pencahayaan buatan (lampu listrik) supaya cahaya merata. Saat menggunakan sinar matahari, tempat kerja perlu dijauhkan dari jendela agar sinar matahari tidak menyebabkan silau berlebih kepada pekerja, selain itu dapat dikombinasikan menggunakan lampu sehingga saat siang hari lampu dapat dimatikan. Posisi lampu juga perlu dirubah untuk mendapatkan pencahayaan yang lebih baik dari lampu yang sudah tersedia sebelumnya. Diharapkan dengan memprioritaskan perbaikan pada poin 67, aspek pencahayaan yang perlu diperbaiki pada poin 68 dan poin 70 akan terpenuhi. Adapun prioritas perbaikan pada aspek tempat diperlihatkan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Prioritas Aspek Tempat

No	Sub Aspek	Prioritas	Keterangan
73	Lindungi pekerja dari panas berlebih.	√	Ruang produksi memiliki mesin boiler dan bak air rebusan dengan suhu ruangan mencapai 34 derajat celcius dan tidak memiliki kipas angin
75	Isolasi atau sekat sumber panas atau dingin	√	Ruangan boiler dengan suhu tertinggi di bagian ruangan produksi belum diberi sekat sehingga panas menyebar ke bagian produksi lainnya
78	Gunakan sistem AC untuk menyediakan iklim dalam ruangan yang kondusif bagi kesehatan dan kenyamanan orang.	√	Tidak adanya alat penata udara seperti AC, Kipas Angin, Turbin ventilator dll sehingga suhu udara berada di atas 30

79	Tingkatkan dan pelihara sistem ventilasi untuk memastikan kualitas udara tempat kerja yang baik.	√	Ruang produksi memiliki suhu yang panas dan udara yang lembab namun belum memiliki alat bantu seperti turbin ventilator, dan lain-lain
80	Menjaga kebersihan area kerja kantor untuk meningkatkan efisiensi dan kenyamanan orang yang menggunakan area tersebut.	√	Lantai yang licin mengakibatkan pekerjaan terhambat karena perlu lebih berhati-hati. Dimana terdapat salah satu pekerja yang mengalami kecelakaan kerja (terpeleset) akibat lantai licin dan kurang berhati-hati

Berdasarkan pengamatan di lapangan, diketahui bahwa kondisi lingkungan kerja berada pada suhu di atas 30°C, kondisi lantai licin dan fasilitas kerja tidak tertata rapi. Oleh karena itu pada Aspek Tempat poin 73-79 diprioritaskan tindakan untuk melindungi pekerja dari efek panas yang ditimbulkan mesin dan peralatan lainnya yang panas. Cara terbaik untuk mengurangi panas terhadap pekerja adalah dengan memasang tabir atau penghalang antara sumber panas dan pekerja. Selain itu dapat menggunakan langit-langit dan dinding berinsulasi, menggunakan kipas, AC, dan ventilator dengan kapasitas daya hisap 5-15 kali lebih besar untuk meningkatkan kecepatan udara di sekitar area kerja. Pada poin 80 diprioritaskan tindakan untuk mengatur area kerja dan menyimpan alat di fasilitas yang tepat sehingga lantai produksi dapat tertata lebih rapi. Adapun prioritas aspek zat dan agen berbahaya dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Prioritas Aspek Zat dan Agen Berbahaya

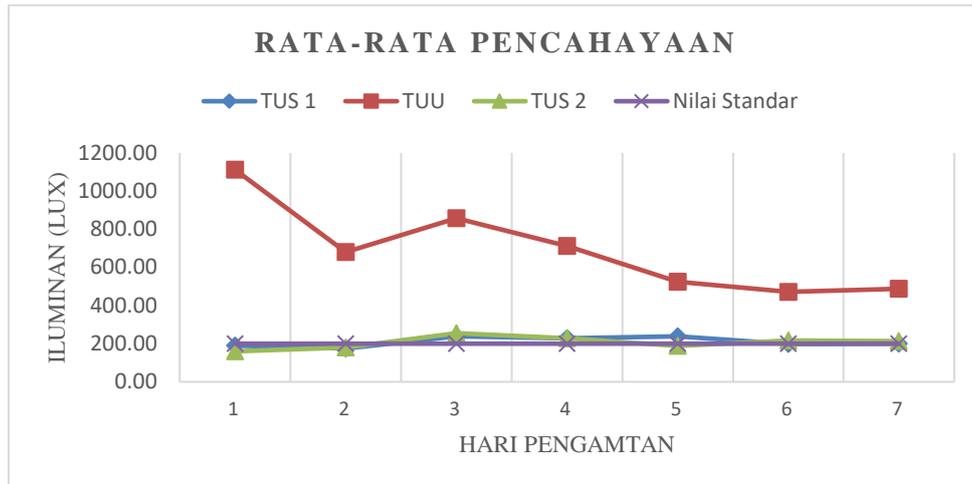
No	Sub Aspek	Prioritas	Keterangan
85	Mengisolasi atau menutupi mesin atau bagian mesin yang berisik	√	Tingkat kebisingan yang dihasilkan pada stasiun kerja pemotongan, penggilingan dan pengadonan mencapai 90 dB(A) yang menyebabkan komunikasi terganggu karena tingkat kebisingan yang tinggi.
87	Pastikan bahwa kebisingan tidak mengganggu komunikasi verbal dan sinyal pendengaran.	√	Tingkat kebisingan yang dihasilkan cukup tinggi sehingga mengganggu komunikasi

Berdasarkan pengukuran kebisingan menggunakan alat 4 in 1 *environment* kebisingan pada ruang produksi yang dihasilkan dari mesin pengadonan berada di atas 85 dB. Sementara, pekerjaanya tidak menggunakan penyumbat telinga. Oleh karena itu, pada poin 87 diprioritaskan perbaikan untuk memastikan kebisingan tidak mengganggu komunikasi pekerja. Untuk mencegah komunikasi yang terganggu maka poin 85 diprioritaskan perbaikan dengan memberi pelindung telinga seperti penyumbat telinga dan penutup telinga kepada pekerja, selain itu perlu untuk memberi penutup atau sekat pada sumber bising.

#### **Hasil Pengukuran Lingkungan Kerja Fisik Menggunakan alat 4 in 1 Environment Meter Pengukuran Pencahayaan Alami**

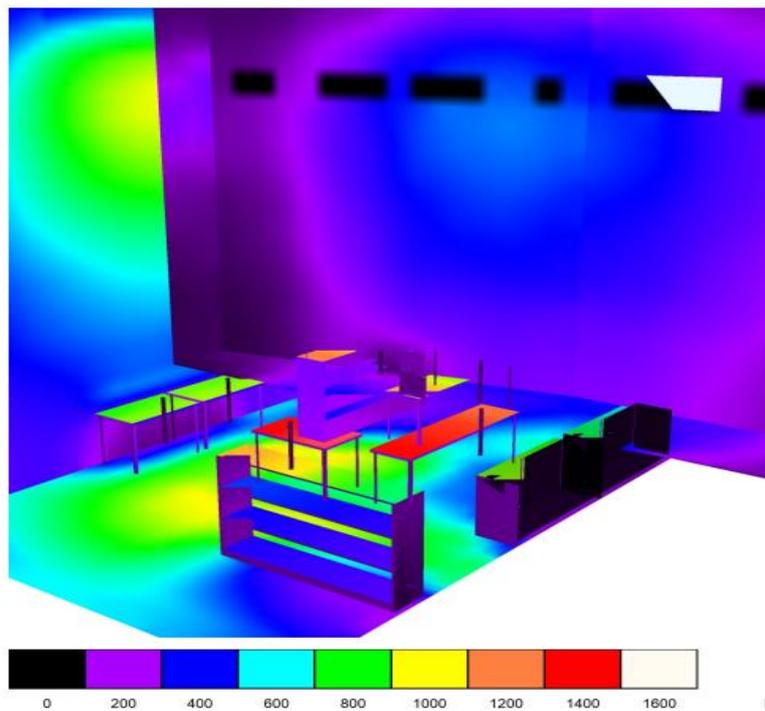
Berdasarkan grafik rata-rata pencahayaan alami pada Gambar 1, diketahui bahwa rata-rata pencahayaan pada titik ukur utama (TUU) dari hari pertama sampai hari ke-7 memiliki intensitas tinggi melebihi standar yaitu 200 lux intensitas tinggi pada hari pertama yaitu 1112,17 lux. Titik ukur samping 1 dan 2 (TUS 1 dan TUS 2) pada hari ke-3 hingga hari ke-5 memiliki intensitas tinggi melebihi 200 lux.

Gambar 2 menunjukkan penyebaran cahaya yang ditunjukkan dengan warna-warna yang berbeda. Pada ruangan produksi bagian belakang terpapar warna ungu dan biru yang menunjukkan pencahayaan berada di bawah 200 lux sampai 400 lux. Pada bagian tengah ruangan terpapar warna biru muda yang menunjukkan intensitas cahaya sebesar 600 lux, warna hijau 800 lux, warna kuning 1000 lux, warna orange 1200 lux dan warna merah 1400 lux. Pengukuran secara langsung di lapangan dan kondisi *existing* menggunakan *software* DIALux menunjukkan intensitas cahaya tersebut melebihi standar pencahayaan. Pencahayaan yang baik pada ruang produksi pengolahan daging berada pada intensitas 200 – 300 lux hal ini apabila dibiarkan terus menerus akan mengakibatkan kelelahan mata (Boyce, 2010). Sehingga pencahayaan pada ruang produksi dibutuhkan perbaikan.



**Gambar 1.** Rata-rata pencahayaan alami

Adapun gambaran penyebaran intensitas cahaya alami pada ruang produksi menggunakan *software* DIALux dapat dilihat pada Gambar 2.



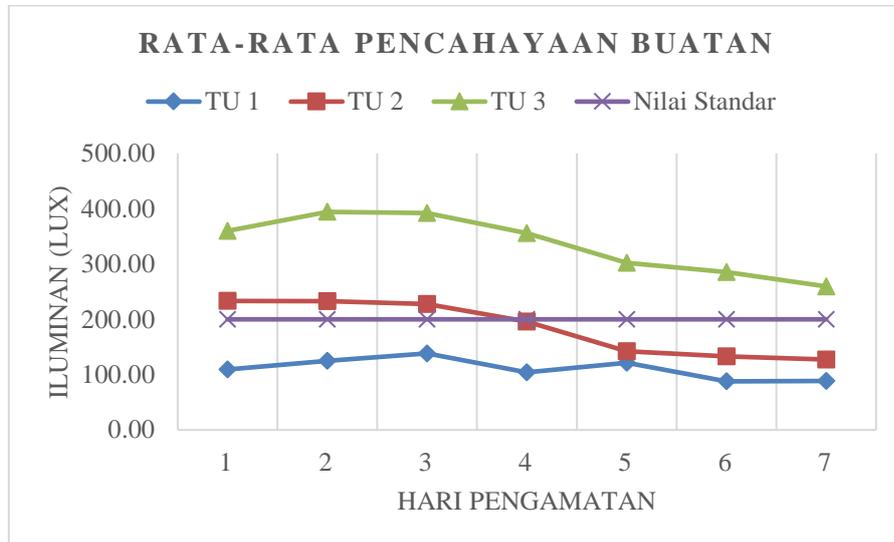
**Gambar 2.** Simulasi Pencahayaan Alami Siang Hari Saat ini

### Pengukuran Pencahayaan Buatan

Berdasarkan grafik rata-rata pencahayaan buatan pada Gambar 3, diketahui bahwa rata-rata pencahayaan terendah berada pada titik ukur 1 (TU 1) bagian mesin boiler. Pada titik ukur 2 (TU 2) bagian stasiun kerja pengadonan hari pertama hingga hari ke-3 memiliki intensitas melebihi 200 lux, sedangkan pada hari ke-5 sampai ke-7 berada di bawah standar 200 lux. Pada titik ukur 3 (TU 3) bagian stasiun kerja pemotongan dan penggilingan memiliki intensitas paling tinggi dibandingkan dengan titik ukur lainnya.

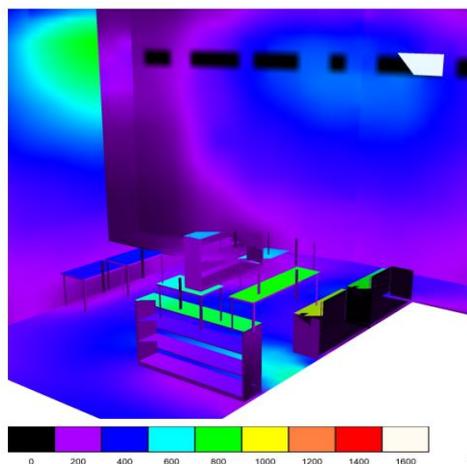
Gambar 4 menunjukkan luminan tertinggi yaitu 880 lux dan luminan terendah yaitu 76 lux. Berdasarkan kondisi *existing* tersebut menunjukkan penyebaran cahaya yang tidak merata

dan intensitas cahaya yang tinggi. Pengukuran pencahayaan buatan dari alat 4 n 1 *environment* maupun simulasi menggunakan *software* DIALux menghasilkan rata-rata intensitas cahaya yang melebihi standar pencahayaan sehingga dibutuhkan perbaikan agar pencahayaan buatan ruang produksi dari 76-800 lux menjadi 200-300 lux.



**Gambar 3.** Rata-rata pencahayaan buatan

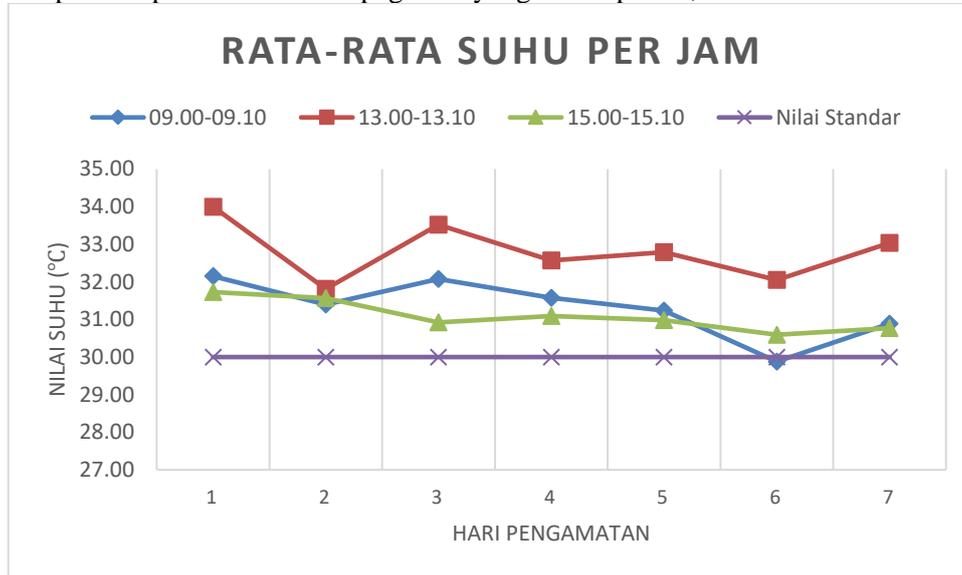
Kebutuhan pencahayaan buatan dipengaruhi oleh nilai *coeffitient of utilization* (CU) dan *Light loss factor* (LLF). Nilai CU memiliki 3 faktor yang mempengaruhi yaitu perbandingan rongga ruang (RCR), perbandingan depresi atap (CCR), perbandingan jarak lantai (FCR) dan persentase rreflektifitas warna cat (WR). Semakin luas dan tinggi ruangan, maka nilai CU akan semakin tinggi. Faktor rugi cahaya (LLF) dipengaruhi oleh *Recoverable factor* seperti ambien suhu, transformasi warna lampu, faktor *ballast*, dan tegangan listrik. Selain itu dipengaruhi oleh *Non-Recoverable Factor* seperti kondisi lingkungan, tingkat kotoran yang menumpuk pada permukaan cahaya, jenis pengantian lampu dan jadwal penggantian lampu. Semakin besar nilai CU dan LLF maka semakin mempengaruhi jumlah lampu yang akan dipasang tergantung pada banyaknya lumen yang digunakan.



**Gambar 4.** Simulasi Pencahayaan Buatan Saat ini

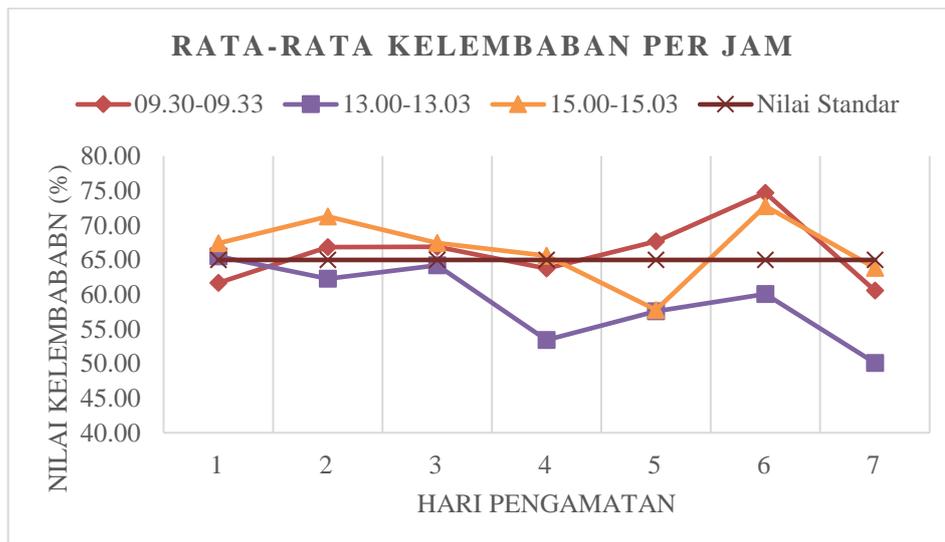
### Pengukuran Suhu dan Kelembaban

Berdasarkan grafik rata-rata suhu per jam pada Gambar 5 diketahui rata-rata suhu tertinggi dalam 7 hari diperoleh pada siang hari. Suhu tertinggi pada pagi hari diperoleh pada hari ke-3, sedangkan suhu tertinggi pada siang dan sore hari diperoleh pada hari ke-1 pengamatan. Suhu terendah diperoleh pada hari ke-6 di pagi hari yang mencapai 29,88 °C.



**Gambar 5.** Rata-rata Suhu

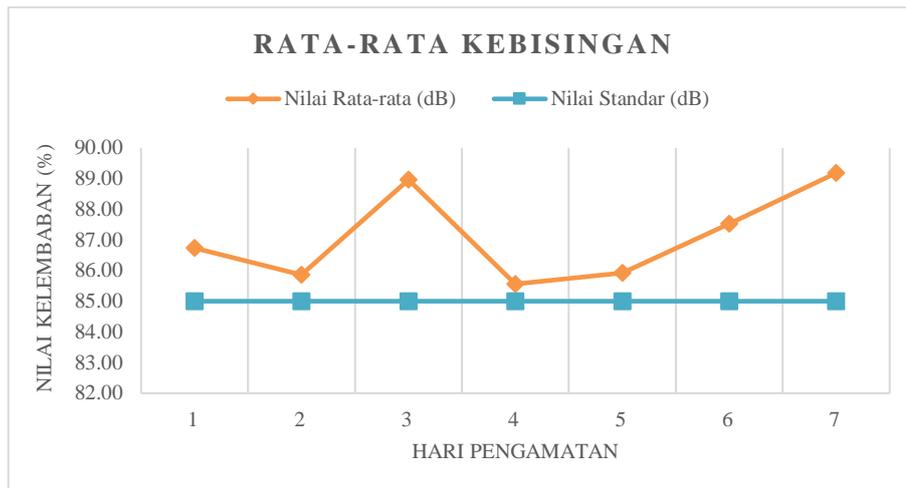
Berdasarkan grafik rata-rata kelembaban pada Gambar 6 diketahui bahwa rata-rata kelembaban pada hari ke-1, ke-4, ke-5 dan ke-7 berada di bawah 65%, sedangkan pada hari ke-2, 3 dan 6 berada di atas 65%. Kelembaban tertinggi mencapai 69,18% pada hari ke-6, dan kelembaban terendah mencapai 58,18% pada hari ke-7.



**Gambar 6.** Rata-rata Kelembaban

### Pengukuran Kebisingan

Berdasarkan grafik rata-rata kebisingan keseluruhan pada Gambar 7 diketahui bahwa rata-rata kebisingan pada hari ke-1, sampai 7 memiliki intensitas di atas 85 dB. Kebisingan tinggi mencapai 89,18 dB pada hari ke-7, dan intensitas rendah mencapai 85,56 dB pada hari ke-4.



**Gambar 7.** Rata-rata Kebisingan

#### D. Kesimpulan

Berdasarkan pengumpulan dan pengolahan data lingkungan kerja fisik dan tata letak tempat ruang produksi pabrik bakso HS CV. Tasifa Jaya maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Kondisi lingkungan fisik kerja pada ruang produksi pabrik HS melebihi standar yang ditentukan oleh SNI dan Keputusan Menteri Kesehatan. Hal tersebut apabila dibiarkan terus menerus akan berdampak pada kesehatan pekerja, sehingga mempengaruhi kinerja yang berdampak terhadap perusahaan.
2. Perbaikan yang diusulkan dilakukan berdasarkan evaluasi *ergonomic checkpoints* pada 3 aspek lingkungan kerja. Pada aspek pencahayaan tingkat pencahayaan alami dan buatan berdasarkan simulasi menggunakan *software* DIALux tersebar merata dan tidak kurang dari 200 lux dan tidak melebihi dari 300 lux. Pada aspek tempat dilakukan perbaikan terhadap kondisi termal sehingga berdasarkan simulasi menggunakan Solid Work menurunkan suhu pada ruang produksi dari rata-rata 31,81 °C menjadi 27 °C dan perbaikan tata letak tempat ruang produksi untuk menempatkan fasilitas kerja pada satu tempat dengan menyediakan rak, dan memberikan tempat isitharat untuk pekerja. Pada aspek zat dan agen berbahaya dilakukan perbaikan terhadap kebisingan sehingga paparan kebisingan dapat berkurang sebanyak 9 dB.

#### Acknowledge

Tersusunnya tugas akhir ini tentu bukan karena buah kerja keras saya semata, melainkan juga atas bantuan dari berbagai pihak yang telah banyak membantu dan membimbing saya selama melakukan penelitian dan penyusunan tugas akhir. Saya ucapkan terimakasih kepada kedua orang tua saya, serta keluarga saya yang selalu memberi dukungan dan semangat. Terimakasih pula kepada dosen pembimbing saya yang telah sabar dalam membimbing saya dengan penuh pengorbanan. Tidka lupa terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu namun tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, semoga Allah membalas segala kebaikan yang telah diberikan.

#### Daftar Pustaka

- [1] Anam, 2018. Pengaruh Motivasi, Kompetensi, Kepemimpinan, Lingkungan Kerja dan Disiplin Kerja terhadap Kinerja Guru di Sekolah Menengah kejuruan Unggulan NU Mojoagung Kabupaten Jombang. *Jurnal Manajemen dan Pendidikan Islam*. Vol.04. No. 01.
- [2] Azmi, F., 2021. Analisis Intensitas Pencahayaan Gedung Fakultas Ekonomi Universitas Siliwangi. *Jurnal Universitas Siliwangi*.
- [3] Azriyenni, dkk, 2019. Teknik Pencahayaan Ruangan. Pekanbaru. TAMAN

**KARYA.**

- [5] Badan Standarisasi Nasional., 2001. Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara Pada Bangunan Gedung.