

Rancangan Perbaikan Lingkungan Kerja Fisik yang Ergonomis di PT. Multi Instrumentasi

Arya Bagus Sutrisno *, Yanti Sri Rejeki, Nur Rahman As'ad

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

aryabagas188@gmail.com, yanti.srirejeki@unisba.ac.id, nur.rahman@unisba.ac.id

Abstract. A safety work environment is essential for maintaining productivity and occupational health. PT Multi Instrumentasi is a manufacturing company producing water meters and faces difficulties in achieving production targets. Initial observations showed workers taking breaks during working hours due to excessive heat. Measurements in the Plant division recorded an average temperature of 33.4°C, lighting of 145.1 lux, and noise of 91 dBA, while the Plastic division recorded 29.1°C, 353 lux, and 88 dBA. These conditions pose risks to workers' health and comfort. This study aims to design an ergonomic work environment using a quantitative method. Measurements were carried out using a 4-in-1 Environment Meter. Lighting analysis used the Lumen method, thermal analysis used Computational Fluid Dynamics, and noise analysis used the Noise Exposure Limit. Proposed thermal improvements include installing furnace covers and providing wearpacks in the Plant division, as well as adding two turbine ventilators in the Plastic division. Lighting improvements include additional LED lamps, and noise control is addressed by providing earplugs. SolidWorks simulations showed temperature reductions to 29-30°C in the Plant division and 24-28°C in the Plastic division, while DIALux simulations indicated uniform lighting of 300 lux in all divisions.

Keywords: *Physical Working Environment, Work Facilities, Factory Layout.*

Abstrak. Lingkungan kerja yang aman merupakan faktor penting dalam menjaga produktivitas dan kesehatan kerja. PT. Multi Instrumentasi merupakan perusahaan manufaktur, yang memproduksi meteran air. Perusahaan menghadapi permasalahan tidak tercapainya target produksi. Observasi awal menunjukkan pekerja istirahat di jam kerja akibat panas berlebih. Pengukuran pada divisi Plant rata-rata suhu 33,4°C, pencahayaan 145,1 lux, dan kebisingan 91 dBA. Divisi Plastik rata-rata suhu 29,1°C, pencahayaan 353 lux, dan kebisingan 88 dBA. Kondisi tersebut berisiko bagi kesehatan dan kenyamanan pekerja. Penelitian bertujuan merancang lingkungan kerja yang ergonomis. Penelitian menggunakan metode kuantitatif dengan pengukuran menggunakan alat 4 in 1 Environment Meter. Metode pengukuran pencahayaan menggunakan Lumen, termal menggunakan *Computational Fluid Dynamics*, dan kebisingan menggunakan *Noise Exposure Limit*. Hasil pengamatan divisi plant rata-rata suhu 33,4°C, pencahayaan 145,1 lux, kebisingan 91 dBA. Divisi plastik rata-rata suhu 29,1°C, pencahayaan 353 lux dan kebisingan 88 dBA. Rancangan perbaikan termal meliputi penambahan penutup tungku dan *wearpack* untuk divisi Plant, penambahan 2 unit turbin ventilator pada divisi Plastik. Pencahayaan dengan menambahkan 16 unit LED 80W pada divisi Plant dan 12 unit LED 50W divisi Plastik. Kebisingan dengan penyediaan *earplug*. Simulasi *SolidWorks* menunjukkan penurunan suhu 29-30°C pada divisi Plant dan 24-28°C pada divisi Plastik. Simulasi *DIALux* diperoleh pencahayaan merata 300 lux semua divisi.

Kata Kunci: *Lingkungan Kerja Fisik, Fasilitas Kerja, Tata Letak Pabrik.*

A. Pendahuluan

Lingkungan kerja merupakan salah satu faktor penting bagi perusahaan dalam rangka memberikan kenyamanan dan meningkatkan produktivitas kerja karyawan. Lingkungan kerja adalah keseluruhan alat perkakas, bahan, lingkungan sekitar, metode kerja, serta pengaturan kerja, baik individu maupun kelompok (fisik & non-fisik, pengaruh langsung maupun tidak langsung (Sedarmayanti, 2018). Lingkungan kerja yang kurang baik dapat menimbulkan terjadinya kecelakaan pada area produksi, hal tersebut akan berimbas pada penurunan tingkat produktivitas perusahaan (Anizar, 2018).

PT. Multi Instrumentasi merupakan perusahaan industri manufaktur, bergerak dalam bidang industri logam dasar dan elektronika, terletak di jalan Cinambo No.4, Kel. Pakemitan, Kec. Cinambo, Kota Bandung, Jawa Barat. Perusahaan beroperasi dari hari Senin sampai Jum'at, dengan 8 jam kerja. Jam kerja perusahaan dimulai jam 07.30 sampai 16.30 WIB. Perusahaan menerapkan strategi *make to stock* untuk merespon permintaan konsumen.

Permasalahan yang dihadapi perusahaan adalah kegagalan dalam memenuhi target produksi yang ditetapkan untuk periode 2024. Adapun data target produksi dibandingkan dengan realisasi produksi perusahaan ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Produksi Periode Januari 2024 - Desember 2024

Bulan	Target produksi	Hasil Produksi
Januari	10.560	10.120
Februari	9.120	9.120
Maret	9.120	8.843
April	7.680	7.324
Mei	9.120	8.966
Juni	9.120	9.120
Juli	11.040	10.843
Agustus	10.560	9.265
September	9.600	9.600
Oktober	11.040	10.734
November	10.080	10.080
Desember	10.080	9.885
Total	117.120	113.900

Sumber: PT. Multi Instrumentasi (2024)

Hasil pengamatan awal, pekerja di area peleburan sering melakukan istirahat saat jam kerja sebanyak 5 kali selama 5 menit untuk mengurangi rasa panas yang dirasakan. Lingkungan kerja yang panas berpotensi mengakibatkan gangguan kesehatan, baik dari segi fisiologis maupun psikis pekerja (Soedirman dan Suma'mur, 2014).

Pengukuran awal kondisi lingkungan kerja fisik dilakukan untuk mengukur suhu, kelembaban intensitas pencahayaan, dan kebisingan yang kemudian dibandingkan dengan regulasi Kementerian Kesehatan ataupun Kementerian Tenaga Kerja. Hasil pengukuran suhu dan kelembaban dibandingkan dengan regulasi Kemenkes RI No. 1405/MENKES/SK/XI/2002, sedangkan pencahayaan dan kebisingan dibandingkan berdasarkan Permenaker No. 5 Tahun 2018. Adapun hasil hasil pengukuran awal lingkungan kerja fisik ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Awal Lingkungan Kerja Fisik

Lingkungan Kerja Fisik	Rata-rata Pengukuran		Standar Ketetapan
	Plant	Plastik	
Suhu	32°C-35°C	29°C-31°C	18°C-28°C
Kelembaban	58% - 66%	53% - 61%	65%
Pencahayaan	135,2 lux	179,6 lux	300 lux
Kebisingan	90 dBA	88 dBA	85 dBA

Selain itu, penataan peralatan kerja seperti *container box* dan *trolley* tidak teratur. Penataan ruang kantor sebagai proses pengaturan menyeluruh terhadap berbagai elemen kerja seperti mesin, perabot, dan perlengkapan kantor pada posisi yang tepat (Sedarmayanti, 2018).

Penelitian ini berfokus pada pengukuran lingkungan kerja yang mencakup suhu, pencahayaan, kebisingan, getaran mekanis, dan bau-bauan. Penelitian ini menggunakan 3 metode untuk menghitung dan merencanakan perbaikan yaitu *Thermal Humidity Indeks*, *Lumen*, *Noise Exposure Limits* serta visualisasi rancangan menggunakan *software Dialux* dan *Solidwork*.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, didapatkan rumusan masalah penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi lingkungan kerja fisik (suhu, kelembaban, pencahayaan, kebisingan) serta penataan peralatan kerja di Departemen Produksi PT. Multi Instrumentasi?
2. Bagaimana rancangan perbaikan lingkungan kerja fisik yang ergonomis sesuai standar yang ditetapkan?

Adapun tujuan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi lingkungan kerja fisik di Departemen Produksi PT. Multi Instrumentasi.
2. Merancang perbaikan lingkungan kerja fisik yang ergonomis dengan memperhatikan standar yang ditetapkan.

B. Metode

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Proses pengumpulan data menggunakan alat *4 in 1 Environment Meter* untuk mengukur suhu, kelembaban, pencahayaan, dan kebisingan. Tahapan penelitian yang dilakukan diuraikan sebagai berikut:

1. Analisis Termal: Rata-rata suhu dan kelembaban dihitung dan dianalisis menggunakan *Temperature Humidity Index (THI)*. Penghitungan *Temperature Humidity Index* ini melibatkan suhu udara rata-rata (°C) dan kelembaban relatif (%), yang dirumuskan dalam bentuk persamaan (1).

$$THI = (0,8 \times T) + \left(\frac{RH \times T}{500} \right) \quad \dots(1)$$

Keterangan:

THI : *Temperatur Humidity Index*

T : Suhu udara (°C)

RH : Kelembaban relatif (%)

Kriteria tingkat kenyamanan berdasarkan perhitungan THI ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 3. Klasifikasi Indeks Kenyamanan Termal

No.	Nilai THI (°C)	Sensasi Panas	
		Tingkat Kenyamanan	Keterangan
1	21 < THI < 24	Nyaman	100 % responden nyaman
2	25 < THI < 27	Cukup Nyaman	50 % responden nyaman
3	THI > 27	Tidak Nyaman	100 % responden tidak nyaman karena panas

Sumber: Mahabella dan Waibo (2020)

2. Analisis Pencahayaan: Kebutuhan pencahayaan buatan dihitung menggunakan metode Lumen, yang mencakup perhitungan *Room Cavity Ratio (RCR)* untuk menentukan *Coefficient of Utilization (CU)*, dan *Light Loss Factor (LLF)*. Penghitungan kebutuhan pencahayaan buatan dirumuskan dalam persamaan (2) hingga (4).

$$RCR = 5Hr \frac{W + L}{W \times L} \quad \dots(2)$$

Keterangan:

RCR (Room Cavity Ratio) : Rasio perbandingan antara dimensi rongga ruangan.

Hr (Height Room) : Tinggi rongga ruangan, yaitu jarak antara lumener (sumber cahaya) dan bidang kerja.
W : Lebar dari ruangan.
L : Panjang dari ruangan.

Nilai CU (*Coefficient of Utilization*) dapat ditentukan dari tabel CU lumener berdasarkan nilai RCR yang telah diperoleh. Penentuan nilai CU ini dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Penentuan Nilai *Coefficient of Utilization*

RCC	80				70				50				30				10				0
RW	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	0
RCR																					
0	0.86	0.86	0.86	0.86	0.73	0.73	0.73	0.73	0.50	0.50	0.50	0.29	0.29	0.29	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.00
1	0.78	0.74	0.71	0.68	0.66	0.63	0.61	0.58	0.43	0.42	0.40	0.25	0.24	0.24	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.00
2	0.71	0.64	0.59	0.55	0.60	0.55	0.51	0.48	0.38	0.35	0.33	0.22	0.21	0.19	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.00
3	0.64	0.57	0.51	0.46	0.55	0.49	0.44	0.4	0.33	0.30	0.28	0.19	0.18	0.17	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.00
4	0.59	0.50	0.43	0.39	0.50	0.43	0.38	0.33	0.29	0.26	0.23	0.17	0.15	0.14	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.00
5	0.54	0.43	0.38	0.33	0.46	0.38	0.33	0.28	0.26	0.23	0.20	0.15	0.13	0.12	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.00
6	0.49	0.38	0.33	0.28	0.42	0.34	0.28	0.23	0.23	0.20	0.17	0.14	0.12	0.10	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.00
7	0.45	0.35	0.29	0.24	0.37	0.29	0.25	0.21	0.21	0.17	0.15	0.13	0.10	0.09	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.00
8	0.42	0.32	0.27	0.21	0.35	0.27	0.22	0.18	0.19	0.15	0.13	0.11	0.09	0.08	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.00
9	0.39	0.29	0.24	0.19	0.31	0.22	0.19	0.16	0.17	0.13	0.11	0.10	0.08	0.07	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.00
10	0.36	0.26	0.20	0.16	0.27	0.22	0.17	0.14	0.16	0.12	0.10	0.09	0.07	0.06	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00

Floor Cavity Reflectance .20

Sumber: DiLaura et al. (2011)

Setelah menentukan nilai CU dilanjutkan menghitung *Loss Light Factor* yaitu:

$$LLF = (LAT)(VV)(LSD)(BF)(LDD)(RSDD)(LDD)(LBO) \quad \dots(3)$$

Keterangan:

LAT : *Luminaire Ambient Temperature* / suhu di sekitar lumener.
VV : *Voltage Variation* / fluktuasi pada tegangan listrik.
LSD : *Luminaire Surface Depreciation* / penurunan kualitas permukaan lumener.
BF : *Ballast Factor* / faktor kopling.
LDD : *Luminaire Dirt Depreciation* / penumpukan kotoran pada permukaan lumener.
RSDD : *Room Surface Dirt Depreciation* / penumpukan kotoran pada permukaan ruangan.
LLD : *Lamp Lumen Depreciation* / penurunan output lumen.
LBO : *Lamp Burnout* / jumlah lampu yang tidak berfungsi.

$$N = \frac{E \text{ rekomendasi} \times A}{\Phi \times CU \times LLF} \quad \dots(4)$$

Keterangan:

N : Total jumlah lumener atau titik lampu yang digunakan.
E rekomendasi : Tingkat pencahayaan yang direkomendasikan.
A : Luas area ruangan.
 Φ : *Output* lumen awal dari setiap lampu (lumener).
CU : Koefisien pemanfaatan cahaya (*Coefficient of Utilization*).
LLF : Faktor kehilangan cahaya (*Loss Light Factor*).

- Analisis Kebisingan: Risiko paparan dihitung menggunakan metode *Noise Exposure Limits* dari NIOSH tahun 1998, yang mencakup perhitungan batas waktu paparan dan *Daily Noise*

Dose (DND). Perhitungan risiko paparan kebisingan dirumuskan dalam persamaan (5) dan (6).

$$N = \frac{E \text{ rekomendasi } \times A}{\Phi \times CU \times LLF} \quad \dots(5)$$

Keterangan:

T_i : Waktu paparan maksimum (menit).

480 : Jumlah total waktu kerja standar dalam satu hari, yaitu 8 jam.

L : Tingkat kebisingan yang diukur dalam desibel (dB).

85 : Merupakan Nilai Ambang Batas (NAB) atau *Recommended Exposure Limit* (REL).

3 : *Exchange rate / doubling rate / trading ratio*, atau *time-intensity tradeoff*.

Nilai ini menunjukkan bahwa setiap kenaikan 3 dB pada tingkat kebisingan akan memotong separuh durasi paparan yang diperbolehkan.

$$D(\%) = \frac{C}{T_i} \times 100 \quad \dots(6)$$

Keterangan:

D : Dosis total kebisingan yang diterima oleh pekerja.

C : Durasi waktu kerja yang dijalani tanpa memperhitungkan waktu istirahat (menit).

T_i : Batas waktu maksimum yang diperbolehkan bagi pekerja untuk terpapar kebisingan pada tingkat tertentu (menit).

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Proses pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan selama 6 hari pengamatan yang mewakili kondisi cuaca kering (panas) dan basah (hujan), pengukuran suhu, kelembaban, pencahayaan dan kebisingan dimulai dari jam 09.00 WIB hingga 15.00 WIB. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat ukur *4 in 1 Environment meter*. Hasil pengukuran suhu, kelembaban, pencahayaan dan kebisingan ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Lingkungan Kerja Fisik

Area	Hari Pengamatan Ke-	Rata-Rata Suhu / Hari (°C)	Rata-Rata Kelembaban / Hari (%)	Rata-Rata Pencahayaan / Hari (Lux)	Rata-Rata Kebisingan / Hari (dB)
Plant	1	32,60	54.02	136,15	91,96
	2	32,87	50.71	170,67	91,93
	3	34,53	50.75	150,84	91,92
	4	34,18	50.60	170,81	91,98
	5	32,37	55.24	124,60	91,94
	6	33,88	54.47	117,68	92,00
	Rata-Rata	33,40	52.63	145,13	91,95
Plastik	1	28,14	63.96	377,64	88,67
	2	29,88	59.32	361,58	88,66
	3	30,00	59.81	362,50	88,62
	4	30,10	59.80	359,06	88,65
	5	28,30	62.55	355,83	88,66
	6	28,35	64.11	301,17	88,68
	Rata-Rata	29,13	61.59	352,96	88,66

Berdasarkan data pengukuran suhu dan kelembaban Tabel 5, dilakukan perhitungan kenyamanan termal menggunakan perhitungan *Temperature Humidity Indeks* pada persamaan (1).

1. THI pada pagi hari jam 09.00:

$$THI = (0,8 \times 32,5) + \left(\frac{54,8 \times 32,5}{500} \right)$$

$$THI = 26 + \left(\frac{1778,7}{500} \right)$$

$$THI = 29,5$$

2. THI pada pagi hari jam 10.00:

$$THI = (0,8 \times 34,2) + \left(\frac{52 \times 34,2}{500} \right)$$

$$THI = 27,4 + \left(\frac{1779,6}{500} \right)$$

$$THI = 27,4 + \left(\frac{1779,6}{500} \right)$$

3. THI pada siang hari jam 11.00:

$$THI = (0,8 \times 35,3) + \left(\frac{50,3 \times 35,3}{500} \right)$$

$$THI = 28,3 + \left(\frac{1779,2}{500} \right)$$

$$THI = 31,8$$

4. THI pada siang hari jam 13.00:

$$THI = (0,8 \times 29,9) + \left(\frac{53,9 \times 29,9}{500} \right)$$

$$THI = 23,9 + \left(\frac{1610,3}{500} \right)$$

$$THI = 27,1$$

5. THI pada sore hari jam 15.00:

$$THI = (0,8 \times 31,1) + \left(\frac{59,1 \times 31,1}{500} \right)$$

$$THI = 24,9 + \left(\frac{1836,7}{500} \right)$$

$$THI = 28,5$$

Berdasarkan perhitungan di atas, rekapitulasi kenyamanan termal kondisi pagi, siang dan sore hari pada pengamatan ke-1 dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rekapitulasi Kenyamanan Termal

Area	Waktu	Nilai	Tingkat Kenyamanan
Plant	Pagi	29,5	Tidak Nyaman
		30,9	Tidak Nyaman
	Siang	31,8	Tidak Nyaman
		27,1	Tidak Nyaman
	Sore	28,5	Tidak Nyaman
Plastik	Pagi	25,7	Cukup Nyaman

Area	Waktu	Nilai	Tingkat Kenyamanan
		25,9	Cukup Nyaman
	Siang	27,2	Tidak Nyaman
		25,8	Cukup Nyaman
	Sore	25,9	Cukup Nyaman

Perhitungan kondisi pencahayaan dilakukan dengan menghitung nilai RCR dan *Loss Light Factor* kemudian melakukan perhitungan jumlah kebutuhan lampu. Nilai RCR dapat dihitung menggunakan persamaan (2) dengan mengetahui jarak lantai ke atap (*Hr*) dengan tinggi 7 m, lebar ruangan (*W*) sebesar 12 m, dan panjang ruangan (*L*) sebesar 36 m.

$$RCR = 5(7) \frac{12 + 36}{12 \times 36}$$

$$RCR = 35 \frac{48}{432}$$

$$RCR = 3,89$$

Penentuan nilai CU menggunakan Tabel 4 *Coefficient of Utilization*, didapatkan nilai *Coefficient of Utilization* atau nilai CU sebesar 0,15.

Setelah melakukan perhitungan nilai RCR, kemudian melakukan perhitungan *Lost Light Factor* (LLF) merupakan faktor yang menggambarkan kehilangan cahaya akibat kondisi lingkungan maupun aspek teknis dari lampu itu sendiri. Nilai LLF dipengaruhi oleh beberapa faktor, yang masing-masing terdiri atas beberapa komponen penentu.

LAT : 1 (karena lampu beroperasi pada keadaan normal).

LSD : 0,85 (lampu dipakai selama beberapa pemakaian).

BF : 0,95 (karena mengatur dan mengontrol aliran listrik ke lampu).

VV : 1 (tegangan yang terjadi adalah 1%).

LDD : 0,94 (*environment dirt level*).

RSDD : 0,92 (pencahayaan langsung).

LLD : 0,90 (lampu *fluorescent* T8).

LBO : 1 (penggantian lampu hanya pada lampu yang tidak sesuai).

Dengan rumus menghitung *Loss Light Factor* (LLF) pada persamaan (3), maka nilai LLF adalah:

$$LLF = (1)(1)(1)(0,85)(0,98)(0,92)(0,94)(1)$$

$$LLF = 0,56$$

Perhitungan kebutuhan lampu dilakukan menggunakan persamaan (4) berdasarkan hasil perhitungan nilai RCR dan nilai LLF. Jumlah lampu dibutuhkan untuk mencapai area kerja diperoleh dari hasil perkalian antara tingkat pencahayaan rata-rata yang dipersyaratkan (dalam satuan lux) dan luas ruangan (dalam meter persegi). Lampu yang digunakan pada area *plant* sebanyak 10 buah, dengan besaran watt sebesar 65 watt, 1 watt lampu LED bernilai 1000 lumen.

E rekomendasi : 300 lux

A : 432 m²

Φ : 65 watt $\times$ 1000 lumen = 65.000 lumen

CU : 0,15

LLF : 0,56

Maka, perhitungan kebutuhan jumlah lampu berdasarkan persamaan (4) yaitu:

$$N = \frac{300 \times 432}{65.000 \times 0,15 \times 0,56}$$

$$N = \frac{129.600}{5460,0}$$

$$N = 23,63 \text{ atau } 24 \text{ lampu}$$

Berdasarkan perhitungan jumlah lampu dengan daya lampu yang digunakan perusahaan sebesar 65 watt, maka jumlah lampu sesuai standar yaitu sebanyak 24 buah lampu. Berikut rekapitulasi penambahan jumlah lampu sesuai standar dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Rekapitulasi Kebutuhan Lampu

Area	Jumlah Lampu Saat Ini	Jumlah Lampu Sesuai Standar	Penambahan Lampu Sesuai Standar
Plant	10	24	14
Plastik	8	26	18

Berdasarkan data hasil pengukuran kebisingan pada Tabel 4, dilakukan perhitungan batas maksimum durasi paparan yang diperbolehkan bagi pekerja di area dengan tingkat intensitas kebisingan tertentu menggunakan metode *Noise Exposure Limits* dari NIOSH pada persamaan (5).

$$Ti = \frac{480}{2^{\frac{92-85}{3}}}$$

$$Ti = \frac{480}{2^{(2,3)}}$$

$$Ti = 96,0 \text{ menit}$$

Berikut rekapitulasi batas waktu paparan kebisingan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Rekapitulasi Batas Waktu Paparan Kebisingan

Area	Hari Pengamatan	Batas Waktu Paparan (menit)
Plant	Hari ke-1	96,0
	Hari ke-2	96,9
	Hari ke-3	97,1
	Hari ke-4	95,7
	Hari ke-5	96,5
	Hari ke-6	95,3
Plastik	Hari ke-1	205,7
	Hari ke-2	206,0
	Hari ke-3	208,1
	Hari ke-4	206,6
	Hari ke-5	206,2
	Hari ke-6	205,1

Setelah menghitung waktu maksimum paparan, dilanjutkan menghitung *Daily Noise Dose* (DND) dilakukan untuk mengetahui dosis kebisingan yang diterima selama satu hari kerja menggunakan persamaan (6).

$$D(\%) = \left[\frac{120}{96,0} + \frac{120}{96,9} + \frac{120}{97,1} + \frac{120}{95,7} + \frac{120}{96,5} + \frac{120}{95,3} \right] \times 100$$

$$D(\%) = 748,1\%$$

Karena $748,1\% > 100\%$ atau $D > 100\%$, maka paparan kebisingan yang diterima pekerja tidak aman atau berisiko bila melakukan aktivitas di tempat kerja tersebut per hari kerja (8 jam). Berikut

rekapitulasi persentase *daily noise dose* dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Rekapitulasi Persentase *Daily Noise Dose*

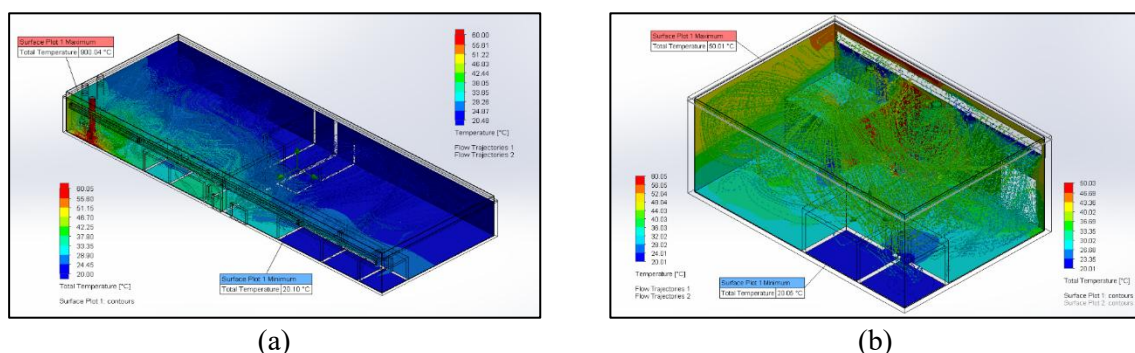
Area	Persentase <i>Daily Noise Dose</i> (%)	Tingkat Kebisingan
<i>Plant</i>	748.1	Tidak Aman
Plastik	698.1	Tidak Aman

Analisis dan Pembahasan

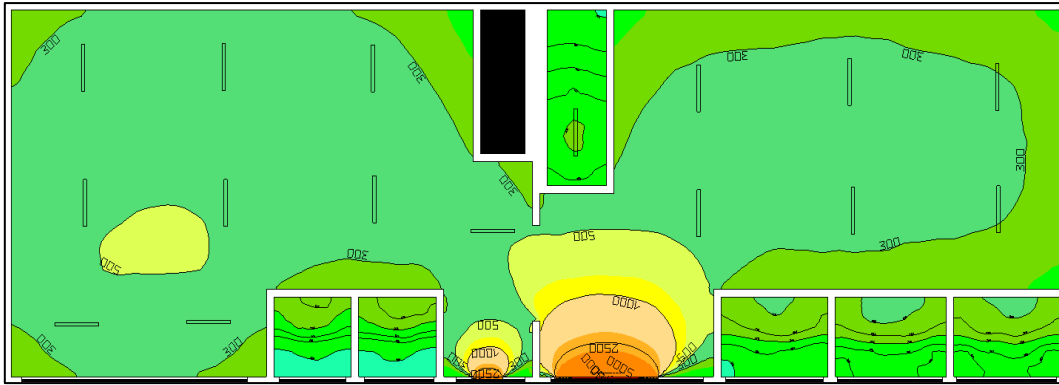
Hasil pengukuran lingkungan kerja fisik untuk suhu diperoleh divisi *plant* rata-rata suhu 33,4°C dan divisi plastik rata-rata suhu 29,1°C. Kedua nilai ini melebihi Nilai Ambang Batas (NAB) yang ditetapkan Kemenkes RI (1405/2002) yaitu 18°C-28°C. Lingkungan kerja yang panas berpotensi mengakibatkan gangguan kesehatan, baik dari segi fisiologis maupun psikis pekerja (Soedirman & Suma'mur, 2014). Pada aspek pencahayaan, hasil pengukuran divisi *plant* rata-rata pencahayaan 145,1 lux dan divisi plastik 353 lux. Nilai ini jauh di bawah standar Permenaker No. 5 Tahun 2018 yaitu 300 lux untuk pekerjaan teliti. Pencahayaan yang kurang mencukupi dalam suatu ruangan dapat menyebabkan lelahnya syaraf penglihatan, sehingga berdampak pada menurunkan kualitas pekerja (Yusuf, 2015). Pada aspek kebisingan, divisi *plant* rata-rata kebisingan 91 dBA dan divisi sebesar 88 dBA. Keduanya melebihi NAB 85 dBA (Permenaker 5/2018). Peralatan industri dapat menimbulkan efek samping yang merugikan terhadap kesehatan manusia yakni rusaknya alat pendengaran yang diakibatkan paparan kebisingan dari mesin-mesin ataupun peralatan tersebut (Cunniff, 1977 dalam Sopiana, 2012). Aspek bau-bauan yang ada diruangan produksi bersumber dari penggunaan oli dan asap proses peleburan logam. Getaran mekanis pada departemen produksi memiliki rentang nilai 0,38 m/s – 0,54 m/s, yang berarti nilai tersebut masih normal.

Oleh karena itu dilakukan rancangan perbaikan pada divisi *plant* dengan menambahkan penutup tungku peleburan ukuran 80x80x120cm, perbaikan pada divisi plastik dengan penambahan turbin ventilator TB 600 berukuran 24 *inch* sebanyak 2 unit. Pencahayaan dengan menambahkan lampu LED 80W sebanyak 16 unit pada divisi *plant* dan lampu LED 50W sebanyak 12 unit pada divisi plastik. Kebisingan menambahkan (*earplug*) berjumlah 11 unit untuk area *plant* dan 10 unit untuk area plastik. Perbaikan tata letak pabrik dengan mengganti warna cat dinding, menambahkan rak besi untuk menyimpan *container box*, menambahkan lemari penyimpanan alat serta menambahkan kursi dan dispenser air bagi pekerja.

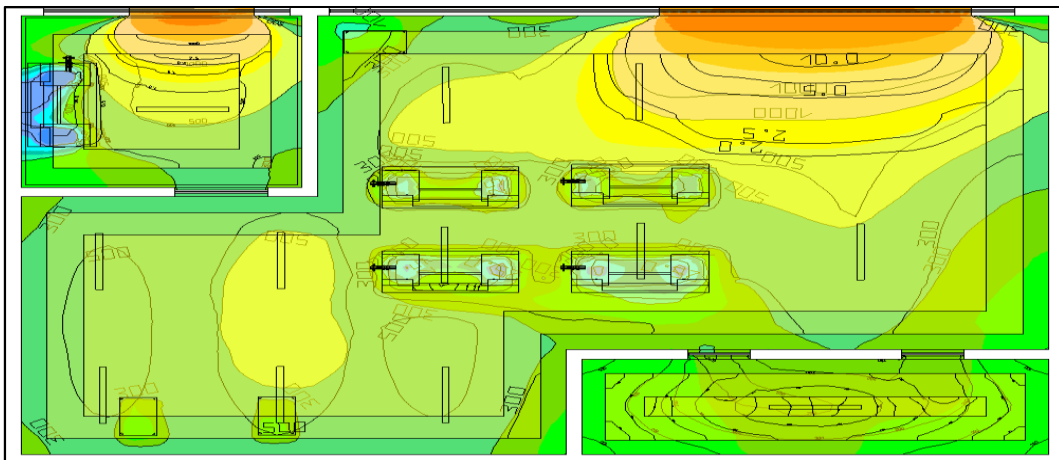
Hasil rancangan perbaikan lingkungan kerja fisik untuk suhu, kelembaban, serta pencahayaan disimulasikan menggunakan *sofwatre solidwork* dan *DIAlux* yang ditunjukkan pada Gambar 1 hingga 4.



Gambar 1. Hasil Simulasi Perbaikan Termal (a) Area Plant, (b) Area Plastik



Gambar 2. Hasil Simulasi Perbaikan Pencahayaan Area *Plant*



Gambar 3. Hasil Simulasi Perbaikan Pencahayaan Area Plastik

Berdasarkan hasil simulasi suhu dengan *software solidwork* terjadi penurunan suhu 29°C - 30°C pada area *plant* dan penurunan suhu 24°C - 28°C pada area plastik. Hasil simulasi pencahayaan dengan *software DIALux* menunjukkan hasil intensitas pencahayaan merata pada setiap ruangan dengan nilai pencahayaan 300 lux.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data lingkungan kerja fisik dan tata letak tempat ruang departemen produksi PT. Multi Instrumentasi maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Kondisi lingkungan kerja fisik di Departemen Produksi PT. Multi Instrumentasi teridentifikasi belum sesuai standar ergonomis dan regulasi yang berlaku. Suhu rata-rata di Area Plant ($33,4^{\circ}\text{C}$) dan Area Plastik ($29,1^{\circ}\text{C}$) melebihi NAB, yang terkonfirmasi dalam analisis THI sebagai kondisi "Tidak Nyaman". Intensitas pencahayaan di kedua area tidak merata dan sebagian besar berada di bawah standar 300 lux. Tingkat kebisingan (Plant 91,9 dBA; Plastik 88,6 dBA) melebihi NAB dan menghasilkan *Daily Noise Dose* yang berbahaya (748,1% dan 698%).
2. Rancangan perbaikan yang diusulkan meliputi penambahan penutup tungku peleburan (Area Plant) dan 2 unit turbin ventilator (Area Plastik). Hasil simulasi *SolidWorks* menunjukkan penurunan suhu ke tingkat yang lebih nyaman. Perbaikan pencahayaan melalui penambahan 16 unit LED 80W (Plant) dan 12 unit LED 50W (Plastik), melalui simulasi *DIALux* dapat mencapai standar pencahayaan 300 lux secara merata. Perbaikan kebisingan diatasi dengan penyediaan *earplug* NRR 27 dBA. Perbaikan penataan fasilitas kerja (penambahan rak besi, lemari, kursi, dispenser) dan pengecatan ulang cat dinding.

Daftar Pustaka

- Anizar, A. (2018). *Teknik keselamatan dan kesehatan kerja di industri*. Graha Ilmu.
- DiLaura, D. L., Houser, K. W., Mistrick, R. G., & Steffy, G. R. (Eds.). (2011). *The lighting handbook: reference and application* (10th ed.). Illuminating Engineering Society of North America.
- Hidayat, T., As'ad, N. R., dan Septiani, A., 2025. *Usulan perbaikan kondisi lingkungan kerja dengan penerapan konsep 5S di CV. Suggest Semesta*. Bandung Conference Series: Industrial Engineering Science, Vol. 5, No. 2, hal. 301–312. <https://doi.org/10.29313/bcsies.v5i2.21336>.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2002). *Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/MENKES/SK/XI/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri*. Kementerian Kesehatan RI.
- Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia. (2018). *Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja*. Kementerian Ketenagakerjaan RI.
- Mahabella, L. S., & Waibo, O. R. G. (2020). Analisis nilai indeks suhu dan kelembaban ruang terbuka Taman Rekreasi Sengkaling. *Media Teknik Sipil*, 18(2), 75–82.
- Reida, S. P., Rejeki, Y. S., & Septiani, A. (2024). Rancangan perbaikan lingkungan kerja yang ergonomis menggunakan software DIALux dan computational fluid dynamic. *Bandung Conference Series: Industrial Engineering Science*, 4(1), 580–590. <https://doi.org/10.29313/bcsies.v4i1.12154>.
- Sedarmayanti. (2018). *Sumber daya manusia dan produktivitas kerja*. CV Mandar Maju.
- Soedirman, & Suma'mur, P. (2014). *Kesehatan kerja dalam perspektif hiperkes dan keselamatan kerja*. Erlangga.
- Sopiana, R. (2012). *Pembuatan peta bising (noise mapping) dengan software Golden Surfer 68 sebagai upaya pengendalian di PT Pertamina (Persero) Pabrik Aspal Gresik Jawa Timur* [Skripsi, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel].
- Tasyania, M. P., Fariza, R., Qurtubi, & Sari, D. K. (2022). Analisis lingkungan kerja fisik: Suhu dan kebisingan terhadap produktivitas pada ruang mesin 2 PT ABC. *Jurnal Teknik Industri*, 12(2), 111–116.
- Yusuf, M. (2015). Efek pencahayaan terhadap prestasi dan kelelahan kerja operator. *Seminar Nasional IENACO*, 24–29.
- Nggole MA, Yan Orgianus, Eri Achiraeniwati. Usulan Rancangan Perbaikan Pengelolaan Laboratorium Berdasarkan Hasil Gap Analysis dengan ISO 9001:2015 pada Laboratorium Teknik

Industri Universitas Islam Bandung. Jurnal Riset Teknik Industri. 2021 Oct 25;1(1):88–95. doi:10.29313/jrti.v1i1.234

Pranata YA, Amaranti R. Rancangan Strategi Pemasaran Media Sosial Menggunakan Model SOSTAC. Jurnal Riset Teknik Industri. 2021 Dec 23;1(2):110–20. doi:10.29313/jrti.v1i2.397

Nadia Adzkia, Mulyati DS, Selamat. Usulan Perbaikan Kualitas Layanan di Bengkel Motor dengan Pendekatan Metode Servqual. Jurnal Riset Teknik Industri. 2023 Dec 19;107–12. doi:10.29313/jrti.v3i2.2850