



ANALISA LINGKUNGAN KERJA FISIK UNTUK MENINGKATKAN KINERJA KARYAWAN DI LABORATORIUM PENGUJIAN GLOW WIRE PT. QUALIS INDONESIA

Ferdiyansyah^{1*}, Muhamad Rizki Yanuar², Lies Tsiqoyati Rohmah³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang

E-mail: ferdiyansyah019@gmail.com, rizkiyanuar2018@gmail.com, liestq28@gmail.com,

ABSTRACT

The Glow Wire test is a method to evaluate the material resistance, especially plastic materials used in electrical and electronic devices, against fire risk caused by excessive heat. This study aims to analyze the physical work environment in the Glow Wire testing laboratory at PT. Qualis Indonesia, including measurements of temperature, humidity, lighting, and noise. The measured room temperature ranged from 31 to 32°C, lighting between 22 and 56 lux, and an average noise level of 58.98 dB. The temperature and lighting conditions did not meet the comfort standards, thus improvements in ventilation, cooling systems, and adequate lighting are needed. The use of automation technology and IoT sensors is recommended to monitor the work environment in real-time to enhance worker health, safety, productivity, and laboratory testing accuracy.

Keywords: *Glow Wire testing, physical work environment, temperature, lighting, noise, occupational safety*

ABSTRAK

Pengujian Glow Wire adalah metode pengujian yang digunakan untuk mengevaluasi ketahanan bahan, khususnya bahan plastik yang digunakan dalam perangkat listrik dan elektronik, terhadap risiko kebakaran akibat panas berlebih. Penelitian ini bertujuan menganalisis kondisi lingkungan kerja fisik di laboratorium pengujian Glow Wire PT. Qualis Indonesia, meliputi pengukuran suhu, kelembapan, pencahayaan, dan kebisingan. Hasil pengukuran menunjukkan suhu ruangan berkisar 31-32°C, pencahayaan antara 22-56 lux, dan tingkat kebisingan rata-rata 58,98 dB. Kondisi suhu dan pencahayaan masih belum memenuhi standar kenyamanan kerja sehingga diperlukan perbaikan melalui peningkatan ventilasi, sistem pendingin, dan pencahayaan yang memadai. Penerapan teknologi otomasi dan sensor IoT diusulkan untuk memantau lingkungan kerja secara real-time guna meningkatkan kesehatan, keselamatan, dan produktivitas pekerja serta akurasi pengujian laboratorium.

Kata Kunci: *Pengujian Glow Wire, lingkungan kerja fisik, suhu, pencahayaan, kebisingan, keselamatan kerja*

Article History

Received: Desember 2025

Reviewed: Desember 2025

Published: Desember 2025

Plagiarism Checker No 235

Prefix DOI :

[10.8734/Kohesi.v1i2.365](https://doi.org/10.8734/Kohesi.v1i2.365)

Copyright : Author

Publish by : Kohesi



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



1. PENDAHULUAN

Pengujian Glow Wire adalah metode pengujian yang digunakan untuk mengevaluasi ketahanan bahan, khususnya bahan plastik yang digunakan dalam perangkat listrik dan elektronik, terhadap risiko kebakaran akibat panas berlebih. Pengujian ini mensimulasikan kondisi di mana sebuah komponen listrik yang panas, seperti kawat pijar atau resistor yang terlalu panas, bersentuhan dengan bahan tersebut. Dalam pengujian ini, kawat tahanan yang dipanaskan hingga suhu tertentu (antara 300 °C hingga 1000 °C) ditekan pada sampel bahan selama waktu tertentu (umumnya 30 detik). Tujuannya adalah untuk melihat apakah bahan tersebut akan menyala, berapa lama api menyala, dan apakah api bisa padam dengan sendirinya setelah kontak dengan kawat panas dilepaskan.

Dalam pembuatan briket, memerlukan kondisi lingkungan kerja yang baik agar pekerjaanya dapat bekerja dengan produktivitas yang tinggi. Kondisi lingkungan kerja yang baik, menjadikan pekerja saat melakukan aktivitas pada ruangan menjadi nyaman, terutama pada lingkungan kerja fisik yaitu tingkat kebisingan, temperatur, dan pencahayaan. Kondisi lingkungan kerja fisik yang baik akan berpengaruh pada pekerja dan jalannya proses produksi, sehingga berpengaruh juga pada produktivitas kerja.

Laboratorium pengujian produk ini memiliki risiko lingkungan kerja fisik yang tinggi, termasuk suhu yang tidak ideal dan paparan kebisingan serta gas berbahaya. Lingkungan kerja fisik yang tidak kondusif dapat mengganggu kesehatan serta menurunkan produktivitas karyawan, bahkan berpotensi menurunkan validitas hasil pengujian. Oleh karena itu, analisis lingkungan kerja yang komprehensif penting dilakukan sebagai langkah awal perbaikan. PT. Qualis Indonesia sebagai lembaga pengujian laboratorium berstandar nasional dan internasional perlu memastikan kondisi kerja aman dan nyaman sesuai standar keselamatan kerja.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengendalikan suhu dan kelembapan di laboratorium agar kondisi lingkungan kerja memenuhi standar yang optimal, sehingga dapat mencegah gangguan kesehatan seperti dehidrasi, iritasi kulit, dan penurunan performa kerja. Selain itu, penelitian ini bertujuan memastikan pencahayaan yang memadai guna mengurangi kelelahan mata dan meningkatkan ketelitian dalam pelaksanaan pengujian. Penelitian ini juga berfokus pada pengendalian tingkat kebisingan di lingkungan kerja yang bertujuan untuk mengurangi stres, meningkatkan konsentrasi, serta menjaga produktivitas pekerja demi keselamatan dan kesehatan kerja yang lebih baik.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Objek penelitian

Penelitian dilakukan di PT. Qualis Indonesia yang berlokasi di Kec. Jatiuwung, Kota Tangerang, Banten. Perusahaan ini merupakan bidang pengujian laboratorium, sertifikasi manajemen mutu ISO 9001 dan SNI produk, kalibrasi, serta inspeksi. Berdasarkan objek penelitian di Perusahaan ini difokuskan pada lingkungan kerja tempat pengujian Glow Wire yang mencakup lingkungan fisik (pencahayaan, suhu dan kebisingan).

2.2. Pengumpulan Data

Pelaksanaan pengukuran lingkungan kerja yang tepat menjadi bagian integral dari manajemen keselamatan dan kesehatan kerja di perusahaan modern. Adapun alat yang digunakan untuk mengukur parameter lingkungan ialah:

- Thermohigrometer

Thermohigrometer merupakan alat yang menggabungkan fungsi pengukuran suhu dan kelembapan udara dalam satu instrumen, baik untuk lingkungan tertutup maupun terbuka. Penggunaan thermohigrometer sangat penting dalam berbagai bidang, termasuk laboratorium dan industri, untuk menjaga kondisi lingkungan agar tetap optimal demi kesehatan dan kenyamanan pekerja serta kestabilan hasil kerja (Amalia et al., 2020).

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa suhu ruangan berada pada kisaran 31-32°C, sedangkan pencahayaan di area kerja berkisar antara 22-56 lux. Kondisi ini perlu dianalisis secara mendalam mengingat pengaruh suhu dan pencahayaan terhadap kenyamanan, kesehatan, serta produktivitas pekerja sangat signifikan.



(Gambar 2.1 Pengukuran Suhu di PT. Qualis Indonesia)

Suhu ruangan yang berada pada angka 31-32°C tergolong relatif tinggi jika dibandingkan dengan standar kenyamanan termal yang direkomendasikan untuk lingkungan kerja, yaitu sekitar 23-26°C dengan kelembapan 40-60% (Peraturan Menteri Ketenagakerjaan No. 5 Tahun 2018). Suhu yang melebihi batas tersebut dapat menimbulkan berbagai dampak negatif terhadap pekerja, seperti meningkatnya kelelahan fisik dan mental, penurunan kinerja kognitif, serta risiko gangguan kesehatan terkait stres panas. Penelitian menunjukkan bahwa suhu panas yang melebihi 31°C dapat menyebabkan penurunan kemampuan konsentrasi dan ketelitian, serta meningkatkan kemungkinan terjadinya kesalahan kerja, terutama pada pekerjaan yang membutuhkan ketelitian tinggi dan pengambilan keputusan cepat. Selain itu, paparan panas yang berkepanjangan dapat memicu keluhan kesehatan seperti heat exhaustion, heat cramps, hingga heat stroke, yang berpotensi mengganggu produktivitas dan keselamatan kerja secara keseluruhan.

- Sound level meter

Sound level meter adalah alat yang digunakan untuk mengukur tingkat kebisingan di lingkungan kerja. Alat ini mampu memberikan data akurat mengenai intensitas suara dalam satuan desibel (dB), yang sangat penting untuk memastikan bahwa tingkat kebisingan tidak melebihi batas aman yang ditetapkan oleh standar keselamatan kerja, seperti 85 dB untuk paparan 8 jam kerja (BSN, 2021). Pengukuran kebisingan secara rutin dengan sound level meter membantu dalam pengendalian risiko gangguan pendengaran dan stres akibat paparan suara berlebih, sehingga dapat meningkatkan kesehatan dan produktivitas pekerja (Geonoise Indonesia, 2025).

- Lux meter

Lux meter merupakan alat penting yang digunakan untuk mengevaluasi intensitas pencahayaan di lingkungan kerja dengan mengukur jumlah cahaya yang jatuh pada satu meter

persegi permukaan, dinyatakan dalam satuan lux. Pengukuran pencahayaan menggunakan lux meter bertujuan memastikan bahwa tingkat cahaya memenuhi standar keselamatan dan kenyamanan kerja, seperti yang diatur dalam Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018, yang menetapkan standar pencahayaan berbeda sesuai jenis pekerjaan, misalnya 300-500 lux untuk kantor umum dan 750-1000 lux untuk area produksi presisi (Genaulab, 2024; UpayaRiksa.com, 2023).

tingkat pencahayaan yang terukur berada pada rentang 22-56 lux, yang secara umum tergolong rendah dibandingkan dengan standar pencahayaan kerja yang dianjurkan oleh badan standar internasional, yaitu minimal 300 lux untuk pekerjaan dengan tingkat ketelitian sedang hingga tinggi. Pencahayaan yang kurang memadai dapat menyebabkan kelelahan mata, penurunan fokus, dan peningkatan risiko kesalahan atau kecelakaan kerja. Kondisi pencahayaan yang tidak optimal juga dapat mempengaruhi kenyamanan visual dan menyebabkan ketegangan mata yang berkepanjangan, sehingga berdampak pada kesehatan jangka panjang pekerja.



(Gambar 2.2 Pengukuran Cahaya di PT. Qualis Indonesia)

Kombinasi suhu ruangan yang tinggi dan pencahayaan yang kurang memadai ini menunjukkan perlunya evaluasi dan perbaikan lingkungan kerja agar sesuai dengan standar ergonomi dan keselamatan kerja. Perbaikan dapat berupa peningkatan sistem ventilasi dan pendinginan ruangan untuk mengontrol suhu agar tetap dalam batas nyaman, serta peningkatan intensitas pencahayaan melalui penambahan sumber cahaya atau penggunaan lampu yang lebih sesuai dengan kebutuhan aktivitas kerja. Dengan demikian, lingkungan kerja yang kondusif dapat tercipta, yang tidak hanya meningkatkan kenyamanan dan kesehatan pekerja tetapi juga mendukung peningkatan produktivitas dan kualitas hasil kerja.

Evaluasi rutin dengan lux meter membantu mengidentifikasi kebutuhan penyesuaian pencahayaan guna mencegah kelelahan mata dan meningkatkan produktivitas pekerja (Kawanlama, 2023).

2.3. Metode perhitungan

Ada dua jenis untuk menentukan pencahayaan yang ideal yaitu menentukan jumlah armsture yang di perlukan pada ruangan berdasarkan nilai intensitas yang diberikan. Untuk mengetahui intensitas cahaya dapat dihitung dengan rumus:

- $E = (E_1 + E_2 + E_3 + \dots + E_n) / (N)^2$

Dimana:

E = Intensitas Penerangan (lux)



$E_1 \dots E_n$ = kuat penerangan pada setiap pengukuran ke-n (lux)

N = jumlah data pengukuran

- $\Phi = W \times L/w$

Dimana:

Φ = Flux Cahaya (lumen)

W = daya lampu (watt)

L/W = luminous efficacy lamp (lumen/watt)

Faktor ruangan (k) dapat di ketahui dari data dimensi ruangan dengan perhitungan:

- $K = (A \times B) / (h (A + B))$

Dimana:

A = Lebar ruangan (meter)

B = Panjang ruangan (meter)

H = ketinggian ruangan (meter)

Untuk ketinggian ruangan sendiri dapat di hitung dengan cara

- $h = H - 0,85$ (meter)

Dimana:

H = ketinggian (meter)

0,85 = koefisien ketinggian

Setelah menemukan hasil perhitungan tersebut baru bisa menentukan jumlah armature dengan perhitungan

- $N = (1.25 \times L \times W \times E) / (k\Phi \times \eta R \times \eta LB)$

Dimana:

N = jumlah armature/ lampu

1,25 = factor perencanaan

E = Intensitas Penerangan (lux)

L = Panjang ruangan (meter)

W = lebar ruangan (meter)

K = factor ruangan (meter)

Φ = Flux Cahaya (Lumen)

ηLB = Efisiensi dari armature (%)

ηR = Utilisasi ruangan (%)

Setelah menentukan tingkat pencahayaan yang ideal, kemudian menentukan tingkat kebisingan yang ideal untuk pekerja, dalam menentukan tingkat kebisingan ini dalam menghitung nyaa dengan rumus:

- $Lek = 10 \log (1/n \times (10L_1/10 + 10L_2/10 + 10L_3/10 + \dots 10L_n/10)) Db$

Dimana:

Lek = tingkat kebisingan rata-rata (dB)

$L_1 \dots L_n$ = tingkat kebisingan pada priode ke-n (dB)

N = jumlah data pengukuran.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan perhitungan menggunakan rumus yang telah ditentukan sebelumnya. Berdasarkan data pengamatan yang telah dikumpulkan, hasil perhitungan menunjukkan nilai-nilai tertentu yang menggambarkan kondisi aktual dari variabel yang diteliti. Hasil ini menjadi dasar penting untuk analisis lebih lanjut dan evaluasi terhadap kondisi lingkungan, sehingga



dapat digunakan sebagai acuan dalam merancang rekomendasi perbaikan yang sesuai dan efektif.

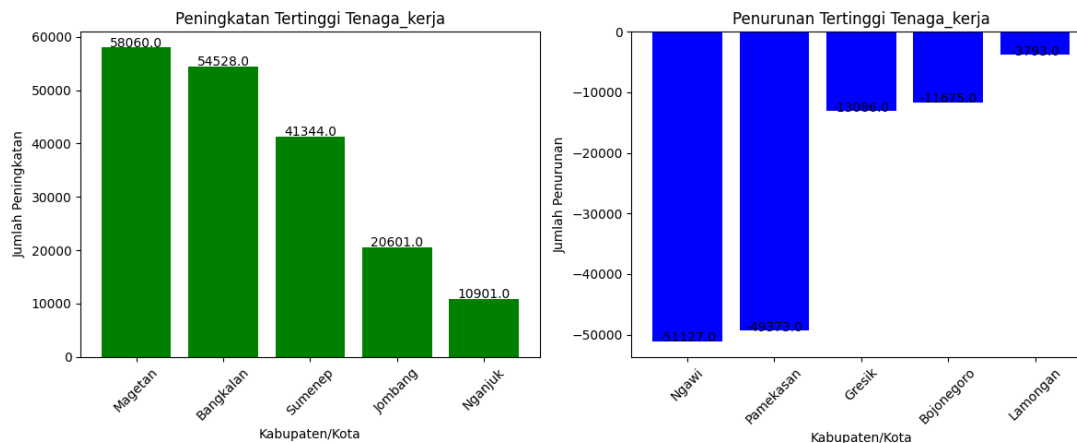
- Intensitas penerangan:
 $E = (47 + 56 + 47 + 22) / 4 = 43 \text{ lux}$
- Flux cahaya:
 $\Phi = 15 \times 100 = 1.500$
- Faktor ruangan:
 $K = ((2 \times 3)) / ((2,975 (2+3))) = 26 / 14,875 = 0.404$
- Ketinggian ruangan:
 $h = 3,5 \times 0,85 = 2.975$
- Jumlah armature per lampu:
 $N = ((1,25 \times 3 \times 2 \times 43)) / ((0.404 \times 1.500 \times 0.58 \times 0.91)) = 322.5 / 319,85 = 1,08 \approx 2$
- Rata rata kebisingan:
 $L_{ek} = 10 \log (1/(4)) \times (10^{(65/10)} + 10^{(28/10)} + 10^{(28/10)} + 10^{(30/10)}) = 58,98 \text{ dB}$

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, diperoleh nilai intensitas pencahayaan sebesar 43 lux pada area yang dianalisis. Intensitas pencahayaan ini menunjukkan tingkat kecerahan yang cukup untuk memenuhi standar pencahayaan pada ruang kerja atau area yang memerlukan pencahayaan sedang. Selanjutnya, total flux cahaya yang dihasilkan oleh sumber cahaya adalah sebesar 1.500 lumen. Flux cahaya ini merupakan jumlah total cahaya yang dipancarkan oleh lampu dan menjadi parameter penting dalam menentukan efisiensi pencahayaan suatu ruangan.

Selain itu, faktor ruangan (room factor) yang diperoleh adalah sebesar 0,404 dengan ketinggian plafon ruangan mencapai 3,5 meter. Faktor ruangan ini menggambarkan kondisi reflektansi dan distribusi cahaya di dalam ruangan, yang berpengaruh terhadap efektivitas pencahayaan. Berdasarkan nilai-nilai tersebut, perhitungan kebutuhan jumlah armature lampu menunjukkan bahwa diperlukan 2 unit lampu untuk mencapai tingkat pencahayaan yang optimal sesuai dengan standar yang berlaku. Dengan demikian, pemasangan dua lampu dalam ruangan tersebut dianggap cukup untuk memenuhi kebutuhan pencahayaan yang memadai dan merata.

Selain aspek pencahayaan, hasil pengukuran tingkat kebisingan di dalam ruangan menunjukkan nilai sebesar 58,98 dB. Tingkat kebisingan ini masih berada dalam batas aman untuk pendengaran manusia, sesuai dengan standar kesehatan dan keselamatan kerja. Nilai kebisingan yang relatif rendah ini menunjukkan bahwa lingkungan kerja atau ruang tersebut kondusif dan tidak menimbulkan risiko gangguan pendengaran bagi penghuninya. Secara keseluruhan, hasil perhitungan ini memberikan gambaran bahwa aspek pencahayaan dan kebisingan dalam ruangan telah memenuhi kriteria kenyamanan dan keamanan yang diperlukan dalam desain sistem pencahayaan dan lingkungan kerja.

Grafik 1 : Visualisasi mengenai boxplot



Grafik di atas menunjukkan 5 daerah dengan peningkatan dan penurunan tenaga kerja tertinggi di Jawa Timur. Pada grafik kiri (hijau). Magetan mencatat peningkatan tenaga kerja tertinggi sekitar 58.060 pekerja diikuti oleh Bangkalan, Sumenep, Jombang dan Nganjuk. Sementara itu, grafik kanan (biru), menampilkan daerah dengan penurunan tenaga kerja tertinggi, dimana Ngawi mengalami penurunan terbesar sekitar -51. 372 pekerja, diikuti oleh Pamekasan, Gresik, Bojonegoro dan Lamongan. Grafik tersebut memberikan gambaran daerah yang mengalami pertumbuhan dan penurunan signifikan dalam jumlah tenaga kerja industri.

3.1 Uji Asumsi Normalitas (Bartlett)

Uji Bartlett dilakukan untuk mengevaluasi apakah variabel yang diuji memiliki hubungan satu sama lain atau tidak. Hasil dari uji Bartlett menunjukkan nilai statistik Chi-square sebesar 1498.6139 dengan derajat kebebasan 6.0 dan p-value = 0.0000. Karena p-value lebih kecil dari 0.05, maka H_0 ditolak, yang berarti terdapat hubungan antara variabel-variabel yang diuji (tidak independen). Dengan demikian, analisis lebih lanjut diperlukan untuk memahami hubungan ini lebih dalam.

Tabel 1. Hasil Uji Asumsi Normalitas (Bartlett)

Metode		Hasil
Statistik Bartlett	Chi-Square	1498.6139
Derajat Kebebasan		6.0
P-Value		0.000

3.2 Uji Statistik Box's M

Uji Box's M digunakan untuk menguji apakah variabel-variabel independen memiliki kovarians yang sama. Disini hasil uji menunjukkan statistik Box's M sebesar 0.9981, derajat kebebasan 6.0, dan p-value = 0.9857. Karena p-value jauh lebih besar dari 0.05, maka artinya



gagal menolak H_0 . Dimana variabel-variabel independen memiliki kesamaan kovarians yang cukup untuk analisis lebih lanjut.

Tabel 2. Hasil Uji Box's M

Metode	Hasil
Statistik Box's M	0.998148960
Derajat Kebebasan	6.0
P-Value	0.9856823

3.3 Uji Normalitas Multivariat (Mardia's Test)

Uji normalitas dilakukan menggunakan Mardia's Skewness dan Mardia's Kurtosis :

- 1) Mardia's Skewness : Nilai statistik 11.1092 dengan p-value 0.9433. Skewness dalam konteks ini mengukur sejauh mana distribusi data memiliki kemiringan yang tidak simetris. Jika data mengikuti distribusi normal multivariat, maka nilai skewness seharusnya tidak terlalu besar, dan p-value yang dihasilkan harus lebih besar dari 0.05 agar dapat menyimpulkan bahwa tidak ada penyimpangan signifikan dari normalitas. Pada hasil ini, p-value 0.9433 jauh lebih besar dari 0.05, yang berarti gagal menolak H_0 . Dengan kata lain, tidak terdapat bukti kuat bahwa data memiliki kemiringan yang menyimpang dari normalitas multivariat.
- 2) Mardia's Kurtosis : Nilai statistik -20.0533 dengan p-value 1.0000. Pada hasil ini, p-value 1.0000 menunjukkan bahwa tidak ada indikasi signifikan dari penyimpangan kurtosis terhadap normalitas multivariat. Karena p-value sangat tinggi, maka gagal menolak H_0 , yang berarti data memiliki karakteristik distribusi normal dimana pola distribusi tersebar secara merata dan tidak menunjukkan adanya keanehan seperti outlier ekstrim atau distribusi yang condong ke satu sisi.

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas Multivariat

Metode	Hasil	P-Value
Mardia's Skewness	11.1092	0.9433
Derajat Kebebasan	-20.0533	1.000

3.4 Uji PCA (Principal Components)

Komponen Utama dalam PC1 dan PC2 berhasil mengekstraksi informasi dari data asli.



PC1 mendominasi dengan menjelaskan 99.84% varians data ($\text{explained\_variance\_ratio}(0) = 0.99837937$)

PC2 hanya menjelaskan 0.15% varians : ($\text{explained\_variance\_ratio}(1) = 0.00149764$)

Tabel 3. Hasil varians data PCA

Observasi	PC1	PC2	Kabupaten_Kota	Tahun
1	0.167148	-0.019806	Pacitan	0
2	0.180555	-0.021536	Pacitan	1
3	-1.199348	0.011546	Ponorogo	0
4	-1.186996	0.010955	Ponorogo	1
5	1.888251	-0.066930	Trenggalek	0

Interpretasi :

Pacitan : Nilai PC1 positif dan stabil antar tahun.

Ponorogo : Nilai PC1 negatif dan stabil antar tahun

Trenggalek : Nilai PC1 sangat positif (paling ekstrem)

• **Tabel 4 :** Menampilkan eigenvector

PCA	Perusahaan	Tenaga_kerja	Investasi	Nilai_produksi
PC1	0.500	0.500	0.500	0.499
PC2	-0.263	-0.289	-0.313	0.866

Interpretasi :

PC1 (Komponen Utama Pertama)

- Semua variabel (Perusahaan, Tenaga_kerja, Investasi dan Nilai_produksi) memiliki bobot hampir sama dan positif
- Ini menunjukkan bahwa PC1 menangkap variasi umum dari semua variabel. Bisa dianggap sebagai semacam ukuran umum aktivitas ekonomi.

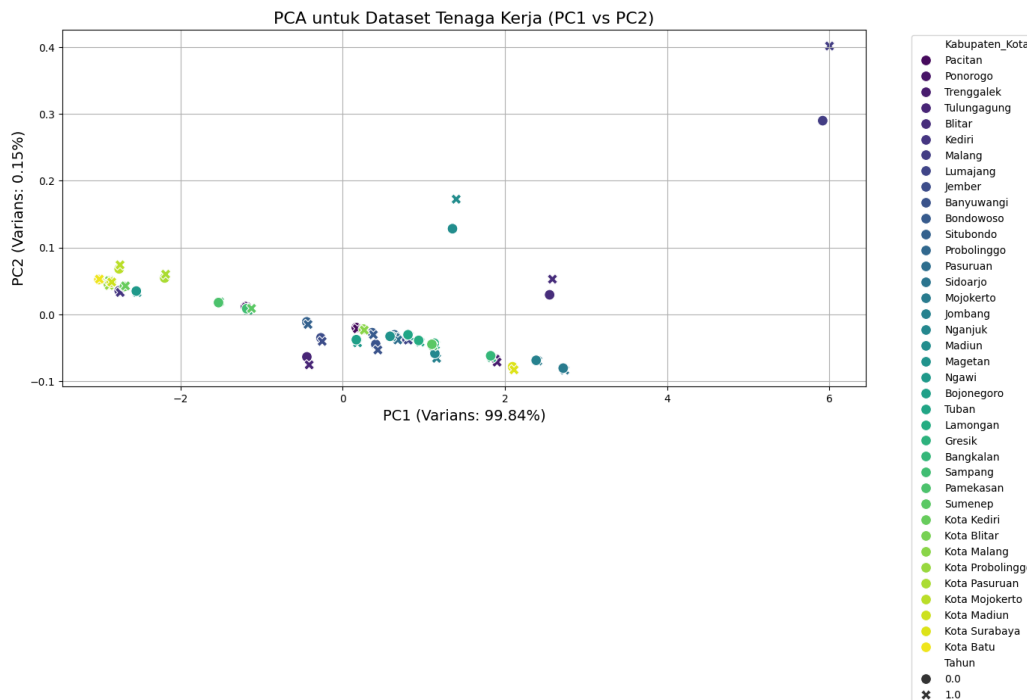
PC2 (Komponen Utama Kedua)

- Variabel **Nilai Produksi** punya bobot positif yang dominan (0.866), sedangkan tiga variabel lainnya negatif
- Ini menunjukkan bahwa PC2 memisahkan Nilai Produksi dari variabel lainnya sehingga bisa diartikan sebagai dimensi yang membedakan nilai produksi terhadap jumlah perusahaan, tenaga kerja, dan Investasi.



- Menampilkan Visualisasinya

Visualisasi ini menampilkan hasil Principal Component Analysis (PCA) dalam bentuk scatter plot 2D antara PC1 (Principal Component 1) dan PC2 (Principal Component 2) untuk data tenaga kerja
diberbagai
kabupaten/kota



Kesimpulan Interpretasi Visual :

PC1 sangat dominan (99.84%)

- Hampir Seluruh informasi dari datasets tenaga kerja dijelaskan oleh PC1
- Variabel seperti jumlah perusahaan, tenaga kerja, investasi dan nilai produksi berkontribusi secara seragam terhadap PC1

Sebaran data utama di sepanjang sumbu X (PC1)

- Titik (Kabupaten/Kota) tersebar luas secara horizontal, menunjukkan variasi nyata antar wilayah
- Wilayah dengan nilai PC1 tinggi kemungkinan memiliki aktivitas ekonomi lebih besar.

PC2 tidak banyak menjelaskan variasi (0.15%)

- Sebaran data pada sumbu Y (PC2) relatif sempit
- Perbedaan antar titik PC2 hanya mencerminkan variasi kecil yang tidak signifikan secara keseluruhan

Polanya menunjukkan kemiripan antar beberapa wilayah

- Ada kecenderungan klaster wilayah dengan karakteristik serupa (secara ekonomi) yang muncul berdekatan di plot (visualisasinya)

Tanda titik (bulat dan silang) menunjukkan dimensi waktu (tahun)



- Jika diperhatikan lebih lanjut, bisa terlihat apakah terjadi perubahan posisi antar tahun (perubahan kondisi antar waktu)
- Loading Faktor

Loading faktor yang menunjukkan seberapa besar kontribusi atau pengaruh tiap variabel asli terhadap komponen utama. Semakin besar nilai absolutnya, semakin penting peran variabel tersebut dalam membentuk PC1. Nilai positif/negatif menunjukkan arah kontribusi, tetapi besarnya (absolut) yang lebih penting untuk interpretasi pengaruh

Tabel 5 : Loading Faktor : Berdasarkan Urutan

Variabel	PC1	Abs_PC1
Perusahaan	0.500278	0.500278
Investasi	0.500227	0.500227
Tenaga_kerja	0.500214	0.500214
Nilai produksi	0.499286	0.499286

Interpretasi Utama :

Semua variabel memberikan kontribusi hampir seimbang PC1, dengan nilai sekitar 0.5

“Perusahaan” memberikan kontribusi tertinggi terhadap PC1 diikuti sangat dekat oleh “Investasi” dan “Tenaga_kerja”

Perbedaan antar loading sangat kecil - menunjukkan PC1 adalah gabungan seimbang dari semua variabel, bukan didominasi satu saja

3.5 Uji Repeated-Measures MANOVA ONE WAY

One-Way Repeated Measures Manova (RM MANOVA One - Way) adalah metode statistik yang digunakan untuk menguji perbedaan lebih dari satu variabel dependen dalam satu faktor independen di mana pengukuran dilakukan berulang kali pada subjek yang sama.

Tabel 6. Hasil Uji Multivariat dalam RM MANOVA

Factor	Value	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
Wilks's lambda	0.8015	4.0000	33.000	2.0427	0.1111
Pillai's trace	0.1985	4.0000	33.000	2.0427	0.1111
Hotellin g-Lawley trace	100.0359	4.0000	33.000	2.0427	0.1111



Hasil analisis dari Uji RM MANOVA menunjukkan bahwa p-value dari Tahun yaitu 0.1110869561 jauh lebih besar $\alpha = 0.05$. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa tidak signifikan dalam jumlah tenaga kerja. Berdasarkan tahun dengan subjek Kabupaten/Kota.

KESIMPULAN

Hasil pengukuran di PT. Qualis Indonesia bertujuan untuk meningkatkan kesehatan, keselamatan, dan produktivitas karyawan melalui analisis dan perbaikan lingkungan kerja fisik di laboratorium pengujian glow wire. Langkah-langkah yang diimplementasikan mencakup pengukuran parameter lingkungan, di mana suhu ruangan tercatat antara 31-32°C dan pencahayaan hanya 22-56 lux, yang tidak memenuhi standar kenyamanan kerja.

Selain itu, penerapan teknologi seperti otomasi dengan penggunaan robotik mengurangi paparan pekerja terhadap panas dan gas berbahaya, serta pemasangan sensor IoT untuk memantau kondisi lingkungan secara real-time, memungkinkan respons cepat terhadap perubahan yang berpotensi membahayakan.

Hal ini dapat menyebabkan kesalahan dalam pengujian yang dilakukan. Ketidakmampuan untuk melihat dengan jelas dapat mengganggu akurasi hasil. Karyawan yang bekerja dalam kondisi tidak nyaman cenderung lebih mudah merasa stres.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amalia, D., Santoso, H., & Pratama, R. (2020). Rancang bangun thermohygrometer dengan sensor pemantauan suhu dan kelembapan ruangan. *Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri*, 5(2), 45-53.
- [2] Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2021). Panduan kalibrasi sound level meter. BSN.
- [3] Badan Standardisasi Nasional. (2020). RSNI3 ISO 15190:2020 - Prosedur untuk laboratorium medis. BSN.
- [4] Bajang Journal. (2025). Evaluasi pencahayaan di ruang kerja. *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, 4(6).
- [5] BMKG. (2021). Peraturan Kepala BMKG No. 2 Tahun 2021 tentang Standardisasi Laboratorium Penguji Kualitas Udara. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika.
- [6] BSN. (2021). Panduan kalibrasi sound level meter. Badan Standardisasi Nasional.
- [7] BSN. (2022). Pentingnya kalibrasi dalam pengukuran intensitas cahaya. Badan Standardisasi Nasional.
- [8] Genaulab. (2024). Pengukuran pencahayaan (lux). PT Genau Loka Gantari.
- [9] Geonoise Indonesia. (2025). Standar kebisingan di Indonesia. Geonoise Indonesia.
- [10] Giteknindo. (2024). Pengertian, prinsip, fungsi, dan jenis dari thermohygrometer. PT Global Intan Teknindo.
- [11] Hengko. (2024). Pengendalian suhu dan kelembapan laboratorium. Hengko Indonesia.
- [12] Indolab Utama. (2025). Thermohygrometer: Pengertian, prinsip, fungsi, jenis. PT Indolab Utama.
- [13] Kawanlama. (2023). Apa itu lux meter? Fungsi, jenis, dan cara menggunakannya.
- [14] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2020). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. P.23 Tahun 2020 tentang Laboratorium Lingkungan.



- [14] Kementerian Tenaga Kerja Republik Indonesia. (2011). Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. 13 Tahun 2011 tentang Batas Kebisingan Maksimum di Tempat Kerja. Jakarta.
- [15] MegaQC. (2023). Standar SNI ISO/IEC 17025:2017 untuk laboratorium lingkungan. MegaQC Indonesia.
- [16] Midiatama Academy. (2024). Teknik pengukuran lingkungan kerja.
- [17] Prihhapso, Y., Achmadi, A., Azzumar, M., Ginanjar, G., Suherlan, Purwowibowo, & Rifai, I. A. (2023). Implementasi IoT untuk perekaman data lingkungan laboratorium sesuai ISO/IEC 17025:2017. *Jurnal Instrumentasi*, 10(2), 45-58.
- [18] Santoso, H., Saputra, R., Bibas, E., Kurnia, F., Febriaty, I. R., Utami, N. T., & Shofiyah, S. S. (2025). Perancangan sistem informasi monitoring lingkungan laboratorium berbasis IoT. *Informatics and Computer Engineering Journal*, 5(1), 62-68.
- [19] UpayaRiksa.com. (2023). Aturan pencahayaan di tempat kerja.
- [20] Telkom University. (2024). Rancangan sistem monitoring ruang laboratorium berbasis Internet of Things dengan protokol MQTT. Telkom University Open Library.
- [21] ABB Indonesia. (2019). Peran robotika dalam industri manufaktur.
- [22] Misel. (2024). Apa itu robotic process automation? Bagaimana fungsinya dalam logistik.
- Mesin FT Unesa. (2023). Otomasi dan penerapannya di berbagai bidang.
- [23] Petrominer. (2025). Bagaimana otomatisasi merevolusi industri migas.
- [24] RRI. (2024). Revolusi industri 4.0: Bagaimana robot memimpin transformasi manufaktur dan otomatisasi proses.