

Desain Eksperimen Taguchi terhadap Faktor Lingkungan Kerja untuk Menurunkan Tingkat Produk Cacat

Taguchi Experimental Design on Work Environment Factors to Reduce Defective Product Rate

Natasha Margaretha, Yurida Ekawati*

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi dan Desain, Universitas Ma Chung, Malang, Indonesia

*Penulis korespondensi, email: yurida.ekawati@machung.ac.id

Abstrak

Banyaknya produk cacat pada proses pelintingan rokok secara manual (SKT) di PT X mencapai 10,18% dalam satu minggu. Tingkat cacat tersebut cukup tinggi sehingga perlu dilakukan usaha untuk menurunkan tingkat produk cacat tersebut. Disinyalir tingginya produk cacat disebabkan oleh faktor bahan baku dan lingkungan kerja. Penelitian ini berfokus pada penurunan tingkat produk cacat dari faktor lingkungan kerja. Desain eksperimen Taguchi digunakan untuk memperbaiki lingkungan kerja yang berdampak pada penurunan tingkat produk cacat. Faktor kontrol yang digunakan adalah pencahayaan, jenis musik, dan warna meja kerja. Faktor noise adalah suhu lingkungan kerja dan faktor signal adalah bahan baku yaitu tembakau yang diatur tingkat kelembabannya. Eksperimen mendapatkan faktor dan level optimal yaitu faktor cahaya level 2 (100–200 lux), faktor jenis musik level 1 (dangdut), dan faktor warna meja level 2 (putih). Berdasar eksperimen dengan penetapan level optimal persentase produk cacat berkurang menjadi 5,41%. Penurunan presentase produk cacat yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan kerja adalah sekitar 2,14% sedangkan sisanya merupakan pengaruh dari faktor bahan baku. Perusahaan perlu mempertimbangkan efektivitas biaya apabila ingin menerapkan perubahan lingkungan kerja berdasar hasil eksperimen.

Kata kunci: lingkungan kerja, produk cacat, SKT, Taguchi

Abstract

The number of defective products in the manual cigarette rolling process (SKT) at PT X was found to be 10.18% in one week. This defect rate is significant, necessitating the implementation of measures to reduce the prevalence of defective products. This high defect rate is caused by raw material and work environment factors. This research focuses on reducing the rate of defective products from work environment factors. Taguchi experimental design was used to improve the work environment which resulted in a decrease in the defective product rate. The control factors used are lighting, music type, and color of the worktable. The noise factor is the temperature of the workspace, and the signal factor is the raw material (tobacco), which is regulated by the humidity level. The experiment obtained optimal factors and levels: lighting factor level 2 (100-200 lux), music type factor level 1 (dangdut), and table color factor level 2 (white). Based on the experiment with the optimal level settings, the percentage of defective products was reduced to 5.41%. The decrease in the percentage of defective products influenced by work environmental factors is around 2.14% with the remainder being attributable to the raw material factor. The company needs to consider cost effectiveness in implementing changes to the work environment based on experimental results.

Keywords: defective products, SKT, Taguchi, work environment

1. Pendahuluan

Kualitas produk yang baik dapat membantu membangun kepercayaan pelanggan, meningkatkan kepuasan pelanggan, dan memperkuat citra merek perusahaan. Sebaliknya, kualitas produk yang buruk dapat mengakibatkan penurunan penjualan, keluhan pelanggan, dan dampak negatif lainnya terhadap

How to Cite:

Margaretha, N. and Ekawati, Y. (2025) 'Desain eksperimen Taguchi terhadap faktor lingkungan kerja untuk menurunkan tingkat produk cacat', *Journal of Integrated System*, 8(1), pp. 1–15. Available at: <https://doi.org/10.28932/jis.v8i1.11202>.

bisnis. Namun kualitas produk juga penting karena menimbulkan biaya. Biaya bisa timbul dari investasi, usaha untuk menjamin kualitas dan konsekuensi dari kualitas produk yang rendah (Tang, 2022). Biaya dari kualitas produk yang rendah bisa disebabkan oleh faktor internal seperti produk cacat yang harus dibuang atau dikerjakan ulang (*rework*).

PT X adalah produsen rokok yang salah satu produknya adalah rokok sigaret kretek tangan (SKT) dimana proses pelintingannya dilakukan secara manual. Dalam proses produksi rokok secara manual ini, para pekerja harus dapat memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Dimensi kualitas yang menjadi standar batangan rokok adalah berat, diameter ujung hisap, diameter ujung bakar, kepadatan dan tampilan rokok. Terdapat produk yang tidak sesuai standar yang dikategorikan produk cacat. Dalam proses produksi rokok SKT, produk cacat ini diseleksi oleh mandor dan langsung dipisahkan di suatu tempat dan menjadi *waste* karena produk yang tidak memenuhi standar tidak boleh lanjut ke proses pengemasan. Jenis cacat yang biasa terjadi di bagian ini adalah rokok terlalu padat, rokok kropos, diameter ujung hisap dan ujung bakar terlalu kecil atau terlalu besar, guntingan rokok yang tidak rapi, dan ambri kurang lem. Selama satu minggu, rata-rata tingkat produk cacat di SKT PT X mencapai 10,18%. Tingkat produk cacat ini dianggap besar sehingga perlu tindakan lebih lanjut untuk menurunkannya.

Menurut Prawirosentono (2002) terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas produk, yaitu: manusia, metode, mesin, bahan, ukuran, dan lingkungan. Pada PT X selain dari faktor pekerja, kualitas hasil dari batangan rokok juga dapat dipengaruhi dari faktor bahan baku dan faktor lingkungan. Kualitas tembakau berperan penting terhadap kualitas rokok yang dihasilkan. Tembakau tidak boleh terlalu kering ataupun terlalu lembab, sehingga harus dilakukan pengecekan kadar air tembakau secara berkala untuk menjaga kualitas rokok. Selain itu, kondisi lingkungan kerja juga dapat mempengaruhi kinerja para pekerja. Menurut Sihalohe and Siregar (2019), lingkungan kerja yang menyenangkan sangat penting dalam meningkatkan kinerja karyawan, sehingga lingkungan kerja dikatakan baik apabila karyawan dapat memberikan kontribusi yang besar, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam kemajuan perusahaan. Menurut Panjaitan (2017) lingkungan kerja adalah segala sesuatu yang tampak fisiknya berhubungan dengan organisasi perusahaan atau kantor. Adapun faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kondisi lingkungan kerja adalah cahaya, temperatur, kelembaban, sirkulasi udara, kebisingan, bau-bauan, tata warna, dekorasi, musik dan keamanan di tempat kerja (Sedarmayanti, 2017).

Pengaturan lingkungan kerja fisik berdasarkan kombinasi yang tepat dapat meningkatkan performa tenaga kerja dan meningkatkan kualitas hasil produksi. Oleh karena itu dilakukan penelitian untuk mengatasi permasalahan kualitas batangan rokok akibat faktor lingkungan kerja fisik, menggunakan teknik pengendalian kualitas desain eksperimen.

Desain eksperimen menentukan bingkai kerja untuk menjawab masalah penelitian (Dantes, 2017). Desain eksperimen adalah suatu rancangan percobaan dengan tiap langkah tindakan yang terdefiniskan sehingga informasi yang diperlukan untuk persoalan yang dihadapi dapat dikumpulkan. Tujuan dari desain suatu eksperimen adalah untuk memperoleh atau mengumpulkan informasi sebanyak-banyaknya yang diperlukan dalam melakukan penelitian persoalan yang akan dibahas. Dalam mendapatkan semua informasi yang berguna itu, hendaknya desain dibuat sesederhana mungkin. Penelitian hendaknya dilakukan seefisien mungkin untuk menghemat waktu, biaya, tenaga, dan bahan yang digunakan. Terdapat beberapa metode desain eksperimen seperti desain acak sederhana, desain blok, desain faktorial, dan desain Taguchi.

Metode Taguchi diperkenalkan oleh pakar manajemen kualitas dari Jepang, Genichi Taguchi pada tahun 1949. Metode ini merupakan metode pendekatan desain eksperimen yang merupakan elemen kunci untuk mencapai kualitas tinggi dengan biaya yang minimum (Hananto, 2020). Pada umumnya metode ini bertujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses produksi. Metode Taguchi ini digunakan untuk mengurangi variasi terhadap karakteristik kualitas produk dan proses (Pamasaria *et al.*, 2020). Metode ini mengombinasikan hasil eksperimen melalui faktor dan level faktor optimal yang dalam

waktu bersamaan menghemat waktu dan biaya. Hasil metode ini adalah kombinasi faktor dan level yang kokoh (*robust*) terhadap faktor pengganggu (*noise*).

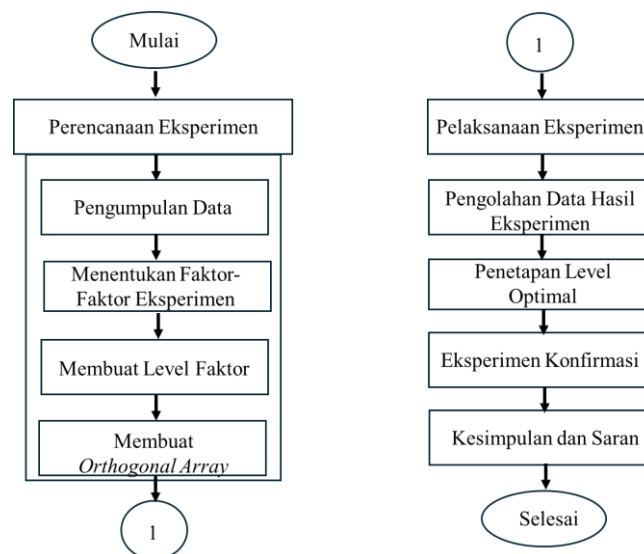
Perbaikan kualitas produk SKT dilakukan secara langsung saat proses produksi dengan menggunakan faktor lingkungan kerja untuk memperbaiki respon tingkat cacat produk. Karena melibatkan pekerja secara langsung pada jam kerja maka terdapat potensi kerugian jika eksperimen dilakukan terlalu lama, sehingga untuk efektifitas dan efisiensi waktu dan biaya digunakan metode Taguchi.

Beberapa penelitian sebelumnya sudah dilakukan untuk meneliti pengaruh beberapa faktor lingkungan kerja dalam memperbaiki produk atau proses produksi. Dalam penelitiannya Suri and Mariatin (2017) mendapatkan bahwa terhadap pengaruh pencahayaan ruang kerja terhadap stres kerja karyawan. Nasution (2017), menggunakan analisis faktorial untuk meneliti pengaruh temperatur dan kebisingan terhadap kerja sistem *Cardiovascular* dan mendapati bahwa kedua faktor tersebut berpengaruh pada frekuensi denyut jantung. Ismail *et al.* (2014) menggunakan metode Taguchi untuk meneliti pengaruh tiga faktor lingkungan kerja yaitu pencahayaan, kelembaban dan temperatur pada peningkatan produktivitas operator. Eksperimen dilaksanakan di ruang di laboratorium. Penelitian di ruangan di laboratorium juga dilakukan oleh (Rahmillah, 2016) dan (Rajesh *et al.*, 2021). Metode Taguchi digunakan oleh Rahmillah (2016) untuk meneliti pengaruh pencahayaan, temperatur, dan musik dalam meningkatkan produktivitas. Rajesh *et al.* (2021) juga menggunakan metode Taguchi untuk meneliti peningkatan produktivitas menggunakan tiga faktor yaitu bentuk kursi, meja dan pijakan kaki. Eksperimen Taguchi yang dilaksanakan langsung di perusahaan dilakukan oleh (Aula *et al.*, 2013) untuk meningkatkan output produksi rokok menggunakan tempat faktor lingkungan kerja yaitu warna meja kerja, jarak antar pekerja, privasi dan ukuran ruang kerja.

Metode Taguchi pada faktor lingkungan kerja juga digunakan pada penelitian ini, namun berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya, optimasi faktor lingkungan kerja digunakan untuk menurunkan tingkat cacat produk. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan penetapan level faktor yang optimal sehingga tingkat cacat produk yang dihasilkan di SKT PT X dapat diminimalkan. Penelitian ini akan berkontribusi pada penelitian pengaruh lingkungan kerja dalam meningkatkan kualitas produk.

2. Metode

Metode dari penelitian digambarkan dalam bentuk diagram alir yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram alir penelitian

Langkah awal yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah dengan melakukan perencanaan eksperimen yang terdiri dari pengumpulan data, menentukan faktor-faktor eksperimen, menentukan level faktor, dan membuat orthogonal array. Taguchi membedakan faktor kedalam dua golongan yaitu faktor kontrol dan faktor *noise*. Faktor kontrol adalah parameter-parameter yang nilainya ditentukan oleh ahli Teknik sedangkan faktor *noise* adalah suatu parameter yang dapat mempengaruhi produk memiliki suatu penyimpangan karakteristik kualitas dari nilai targetnya (Setyanto and Lukodono, 2017). Level faktor digunakan untuk menentukan jumlah derajat kebebasan yang akan digunakan dalam pemilihan *Orthogonal Array*. Derajat kebebasan dihitung menggunakan rumus (1).

$$\text{Derajat kebebasan} = (\text{banyaknya faktor})(\text{banyaknya level} - 1) \quad (1)$$

Langkah selanjutnya adalah pelaksanaan eksperimen. Banyaknya eksperimen yang dilakukan sesuai dengan *orthogonal array* yang telah dibuat sebelumnya. *Orthogonal array* yang dibuat juga menyesuaikan dengan kondisi operasional yang ada di SKT PT X. Pada bagian produksi SKT PT X terdapat dua ruangan pelinting. Perusahaan mengizinkan penggunaan salah satu ruangan produksi yang berisi 55 orang karyawan untuk pelaksanaan eksperimen. Pada tahap ini dilaksanakan eksperimen pembuatan produk sesuai dengan kombinasi faktor dan level yang telah ditentukan dan kemudian produk hasil eksperimen diperiksa untuk dihitung jumlah produk cacatnya.

Tahap selanjutnya merupakan tahap pengolahan data hasil eksperimen yang dilakukan. Pengolahan data yang meliputi penghitungan *mean* untuk masing-masing eksperimen serta perhitungan *Signal to Noise Ratio* (SNR) dengan klasifikasi kualitas *smaller the better* karena respon eksperimen adalah jumlah produk cacat terendah. Rumus untuk menghitung *mean* dapat dilihat di rumus (2) dan *SNR smaller the better* dapat dilihat pada rumus (3).

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \quad (2)$$

$$SNR_{STB} = -10 \log \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \right] \quad (3)$$

Keterangan:

n = Jumlah eksperimen

y_i = data pengalaman ke- i

Setelah mendapatkan nilai rata-rata dan *SNR* dilanjutkan dengan *analysis of variance* (ANOVA) untuk masing-masing faktor tersebut. Setelah melakukan perhitungan ANOVA terhadap nilai rata-rata dan *SNR*, maka dapat ditetapkan level yang optimal untuk meningkatkan kualitas produk. Setelah dilakukan pengolahan data, maka tahapan selanjutnya adalah analisis data. Analisis data dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor mana saja yang menghasilkan produk cacat paling sedikit sehingga dapat dibuat rancangan kombinasi dan pengaturan lingkungan kerja yang baru untuk meningkatkan kualitas produk di SKT PT X.

Langkah terakhir adalah eksperimen konfirmasi yang merupakan eksperimen yang dilakukan dengan tujuan untuk melakukan validasi terhadap kesimpulan yang didapatkan dari perhitungan sebelumnya. Eksperimen konfirmasi menggunakan karyawan yang sama dengan eksperimen sebelumnya. Setelah mendapatkan level yang optimal, maka perlu untuk dilakukan perhitungan selang kepercayaan terhadap kondisi optimal tersebut. Adapun perhitungan ini dilakukan untuk dapat membandingkan antara kondisi optimal dengan eksperimen konfirmasi. Eksperimen konfirmasi merupakan eksperimen yang dilakukan dengan menggunakan kondisi lingkungan kerja optimal. Selang kepercayaan untuk rata-rata dihitung menggunakan rumus (4) dan selang kepercayaan untuk *SNR* menggunakan rumus (5). Tahap ini dilakukan dengan tujuan untuk melakukan pengendalian terhadap kualitas produk yang dihasilkan. Selanjutnya dilakukan perbandingan antara banyaknya *output* produk cacat yang telah ada saat ini dengan *output* produk cacat hasil eksperimen untuk mengetahui penurunan tingkat produk cacat.

$$\mu_{prediksi} - CI_{mean} \leq \mu_{prediksi} \leq \mu_{prediksi} + CI_{mean} \quad (4)$$

$$SNR_{prediksi} - CI_{SNR} \leq SNR_{prediksi} \leq SNR_{prediksi} + CI_{SNR} \quad (5)$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis Faktor Penyebab Masalah

Telah disebutkan sebelumnya bahwa rata-rata jumlah produk cacat dalam satu minggu di SKT PT X mencapai 10,18%. Oleh karena itu, dilakukan *brainstorming* dengan staf *Quality Control* (QC) dan mandor produksi untuk mengetahui hal-hal apa saja yang menjadi penyebab banyaknya jumlah produk cacat. Berdasarkan *brainstorming* yang dilakukan dengan staf QC dan mandor produksi ditemukan dua faktor utama yang dapat mempengaruhi jumlah produk cacat yaitu faktor bahan baku tembakau dan faktor lingkungan kerja fisik.

Pada faktor bahan baku tembakau, kadar air tembakau yang tidak sesuai standar perusahaan membuat para pekerja mengalami kesulitan saat sedang melinting rokok. Jika kadar air tembakau yang akan dilinting tidak sesuai standar (terlalu kering atau lembab), maka dapat menyebabkan rokok keropos, kotor, padat, dan timbul bercak (*spotting*). Di pabrik, kadar air tembakau tersebut dipengaruhi oleh suhu gudang penyimpanan tembakau. Maka, dilakukan penelitian pendahuluan untuk mendapatkan besar suhu yang optimal untuk gudang penyimpanan tembakau.

Pada penelitian pendahuluan dilakukan eksperimen untuk menentukan level optimal suhu gudang tembakau agar kadar air tembakau sesuai dengan standar. Dari hasil analisis yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa suhu gudang tembakau memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kadar air tembakau dan suhu AC yang paling optimal untuk menjaga kualitas tembakau agar tetap sesuai standar perusahaan adalah 21°C (Margaretha, Ekawati and Oktiarso, 2024). Selanjutnya selama eksperimen penentuan level optimal faktor lingkungan kerja digunakan bahan baku yang disimpan di gudang dengan suhu 21°C sehingga hasil eksperimen adalah murni akibat faktor lingkungan kerja dan tidak dipengaruhi oleh faktor bahan baku.

3.2 Lingkungan Kerja Fisik

Lingkungan kerja di bagian SKT PT X memiliki pintu dan ventilasi yang terbatas. Hal ini menyebabkan suhu udara di lingkungan kerja tersebut cukup tinggi (panas). Tetapi faktor ini sulit untuk diubah karena tembakau yang akan dilinting tidak boleh terkena angin yang akan menyebabkan tembakau menjadi cepat kering. Oleh karena itu lingkungan kerja di bagian tersebut harus tertutup. Namun, hal tersebut dapat menyebabkan menurunnya tingkat konsentrasi pekerja yang mempengaruhi kinerja para pekerja, karena pekerja harus tetap bekerja selama 9 sampai 11 jam untuk mencapai target produksi. Maka dari itu dilakukan perbaikan terhadap lingkungan kerja fisik yang lainnya untuk membantu meningkatkan konsentrasi dan kinerja pekerja. Berdasarkan *brainstorming* dengan staf QC, mandor, dan para pekerja didapatkan informasi bahwa beberapa faktor seperti penerangan (cahaya), adanya musik dan warna meja memiliki kemungkinan untuk mempengaruhi kinerja karyawan.

3.3 Menentukan Faktor dan Level Eksperimen

Penentuan faktor eksperimen ini bertujuan untuk menentukan faktor apa saja yang digunakan untuk eksperimen. Dalam penerapan metode Taguchi, faktor yang digunakan dalam eksperimen adalah faktor kontrol. Faktor kontrol merupakan suatu faktor dimana nilainya dapat dikendalikan, sedangkan faktor gangguan (*noise*) merupakan suatu faktor yang nilainya tidak bisa dikendalikan. Faktor *noise* pada penelitian ini adalah suhu udara di lingkungan kerja PT X. Pada penelitian ini tembakau yang digunakan adalah tembakau yang sudah sesuai standar perusahaan dengan mengendalikan suhu gudang penyimpanan tembakau, sehingga tembakau yang sudah sesuai standar ini merupakan faktor *signal* yang nilainya sudah ditetapkan. Faktor *signal* adalah faktor-faktor yang dapat mengubah nilai-nilai karakteristik dari suatu produk yang akan diukur. Karakteristik kualitas dalam perancangan eksperimen dimana faktor *signal* mempunyai nilai konstan (dalam hal ini tidak dimasukkan sebagai faktor) disebut

karakteristik statis (Setyanto and Lukodono, 2017). Jadi faktor kontrol pada penelitian ini adalah murni faktor lingkungan kerja fisik. Setelah berdiskusi dengan pihak QC PT X terdapat tiga faktor kontrol lingkungan kerja fisik yang akan diteliti yaitu pencahayaan, jenis musik, dan warna meja kerja. Penetapan level untuk masing-masing faktor dilakukan dengan wawancara kepada pihak QC dan para pekerja dalam bentuk pembagian kuesioner kepada pekerja linting. Penentuan level faktor juga berdasarkan pada standar-standar yang berlaku seperti peraturan pemerintah dan artikel jurnal ilmiah.

3.3.1 Faktor Pencahayaan

Dalam proses pelinting rokok, cahaya memiliki pengaruh terhadap konsentrasi para pekerja linting. Pencahayaan yang baik adalah pencahayaan yang memungkinkan tenaga kerja dapat melihat objek-objek yang dikerjakan secara jelas, cepat dan teliti pada saat bekerja. Jika pencahayaan terlalu besar ataupun kecil, pupil mata harus berusaha menyesuaikan cahaya yang diterima oleh mata. Akibatnya mata harus memicing silau atau berkontraksi secara berlebihan, karena jika pencahayaan lebih besar atau lebih kecil maka pupil mata harus berusaha menyesuaikan cahaya yang dapat diterima oleh mata. Hal ini merupakan salah satu penyebab mata cepat lelah. Kelelahan mata merupakan gangguan yang dialami mata karena otot-ototnya yang dipaksa bekerja terutama saat harus melihat objek dekat dalam jangka waktu lama. Kelelahan mata disebabkan oleh stres yang terjadi pada fungsi penglihatan. Stres pada otot akomodasi dapat terjadi saat seseorang berupaya untuk melihat objek berukuran kecil dan pada jarak yang dekat dalam waktu yang lama (Purwaningtyas, 2021).

Lingkungan kerja di PT X memiliki pintu dan ventilasi yang terbatas, sehingga cahaya yang masuk dari luar juga sangat terbatas. Saat ini, besaran cahaya di lingkungan kerja bagian linting adalah sebesar 0–100 *lux meter*, yang menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja No. 5 Tahun 2018 (Kementrian Tenaga Kerja, 2018) belum sesuai standar di lingkungan kerja. Berdasarkan peraturan pemerintah tersebut, proses giling rokok ini bisa digolongkan sebagai pekerjaan yang membutuhkan intensitas cahaya 100–300 *lux meter*. Maka dari itu, dibutuhkan pencahayaan yang sesuai agar para pekerja dapat melakukan aktivitas dengan konsentrasi yang maksimal.

Besarnya cahaya yang digunakan saat ini diletakkan pada level pertama eksperimen. Berdasarkan Peraturan Menteri Tenaga Kerja No. 5 Tahun 2018 standar penerangan cahaya yang dibutuhkan dalam proses giling SKT di PT X adalah sebesar 100–300 *lux meter* sehingga level faktor cahaya kedua ditetapkan 100–200 *lux meter* dan level faktor ketiga ditetapkan 200–300 *lux meter*. Dikarenakan adanya perbedaan besar cahaya antara meja yang dekat dengan sumber cahaya dan yang jauh dengan sumber cahaya maka digunakan *range* sebesar 100 pada tiap levelnya. Lampu yang digunakan dalam proses eksperimen untuk menghasilkan cahaya sebesar 0–100 *lux meter* adalah bohlam lampu led putih merk Krisbow sebesar 12 *watt*. Sedangkan untuk eksperimen yang menghasilkan cahaya sebesar 100–200 *lux meter* dan 200–300 *lux meter* digunakan bohlam lampu led putih merk Philips sebesar 19 *watt* dan 33 *watt*.

3.3.2 Faktor Jenis Musik

Dalam proses produksi rokok di PT X menurut staf QC dan mandor linting, musik adalah salah satu faktor yang memiliki pengaruh dalam meningkatkan semangat para pekerja. Tanpa adanya musik, para pekerja akan merasa jenuh dan kurang semangat dikarenakan para pekerja linting melakukan aktivitas pekerjaan yang berulang (*repetitive*) selama 9-11 jam setiap harinya. Menurut (Akbar, 2019) pengaruh musik dalam kaitannya dengan aktivitas kerja berfungsi untuk mempertahankan semangat kerja, meningkatkan kenyamanan, mengurangi kebosanan, kelelahan, meningkatkan produktivitas, serta mengurangi kesalahan kerja. Maka dari itu, musik sangat diperlukan untuk membantu meningkatkan semangat para pekerja.

Faktor yang dipilih adalah jenis musik yang diputarkan pada saat kegiatan produksi linting berlangsung dikarenakan ada beberapa jenis atau *genre* musik tertentu yang disukai dan dapat meningkatkan semangat para pekerja. Faktor *volume* tidak digunakan dalam penelitian ini karena faktor ini sulit untuk dikendalikan karena beberapa hal. Pertama, tiap pekerja linting mendapatkan besar volume musik yang

berbeda dikarenakan jarak antara pekerja dengan sumber suara berbeda-beda. Kedua, pengaruh volume musik pada tiap-tiap buruh mungkin juga bergantung pada beberapa faktor seperti sensitivitas buruh terhadap kebisingan.

Penentuan level pada faktor jenis musik ditentukan dengan cara melakukan wawancara dan membagikan kuesioner kepada para pekerja. Wawancara pada pekerja dilakukan untuk mengetahui jenis musik apa saja yang disukai dan dapat meningkatkan semangat mereka. Dari hasil wawancara ditemukan tiga jenis musik yang disukai oleh para pekerja linting yaitu musik dangdut, DJ, dan pop. Musik dangdut dan DJ rata-rata dipilih oleh para pekerja yang berumur 30 tahun ke atas, sedangkan musik pop rata-rata dipilih oleh para pekerja yang berumur 30 tahun ke bawah. Kemudian dilakukan pembagian kuesioner kepada para pekerja untuk lebih membantu dalam pemilihan level faktor yang akan diuji dalam eksperimen.

Setelah dilakukan pembagian kuesioner, data jenis musik hasil kuesioner dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan hasil data kuesioner pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa jenis musik dangdut adalah level yang paling banyak dipilih oleh para pekerja. Jenis musik yang paling banyak dipilih adalah musik dangdut yaitu sebanyak 386 responden. Jenis musik DJ dipilih sebanyak 17 responden dan jenis musik pop dipilih sebanyak 15 responden. Sebagian besar pekerja memilih jenis musik dangdut, karena menurut mereka musik dangdut dapat meningkatkan semangat dan menghilangkan rasa kantuk pada saat bekerja. Selama ini, ketiga jenis musik tersebut adalah jenis musik yang paling sering diputar sesuai permintaan pekerja. Walaupun berdasarkan hasil kuesioner menunjukkan bahwa musik dangdut merupakan musik favorit sebagian besar pekerja, tetapi belum ada data yang menunjukkan bahwa jenis musik memengaruhi kinerja para pekerja dan musik dangdut berpengaruh paling besar pada kinerja mereka. Judul lagu yang digunakan dalam penelitian ditentukan terlebih dahulu sesuai dengan jenis musiknya.

Tabel 1. Data jenis musik hasil kuesioner

Jenis Musik		
Dangdut	Dj	Pop
386	17	15

3.3.3 Faktor Warna Meja

Warna meja diperkirakan memiliki pengaruh terhadap konsentrasi para pekerja linting. Warna meja giling rokok di PT X adalah coklat kayu dengan tekstur kayu. Warna meja yang hampir sama dengan warna tembakau disinyalir dapat menyebabkan para pekerja kehilangan konsentrasi dalam bekerja, apalagi sebagian besar para pekerja linting adalah perempuan yang sudah berumur yang penglihatannya menurun atau kurang jelas.

Penentuan level pada faktor warna meja ditentukan dengan cara melakukan wawancara kepada staf QC dan membagikan kuesioner juga kepada para pekerja linting. Warna meja putih ditetapkan berdasarkan *brainstorming* dengan staf QC. Warna putih dianggap dapat meningkatkan konsentrasi para pekerja dan dapat melihat tembakau dengan jelas. Warna meja coklat dipilih karena merupakan kondisi meja saat ini. Disediakan pilihan dan lain-lain pada kuesioner agar para pekerja dapat mengisi sendiri warna meja apa yang menurut mereka dapat meningkatkan konsentrasi mereka. Hasil data kuesioner warna meja dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Data warna meja hasil kuesioner

Warna Meja		
Putih	Coklat	Lainnya
314	104	0

Dapat dilihat pada Tabel 2, warna meja putih adalah level yang paling banyak dipilih oleh para pekerja linting. Para pekerja lebih banyak yang memilih meja berwarna putih, tetapi itu hanya pilihan berdasarkan perasaan (*feeling*) mereka saja karena selama ini para pekerja hanya menggunakan meja berwarna coklat. Sehingga, belum ada data yang menunjukkan bahwa meja warna putih dapat meningkatkan kinerja para pekerja linting. Meja dengan warna putih paling banyak dipilih yaitu sebanyak 314 responden. Meja dengan warna coklat dipilih sebanyak 104 responden, sedangkan opsi lainnya tidak ada yang memilih. Maka dari itu opsi warna meja lainnya ditentukan dengan mencari referensi pada jurnal, artikel atau penelitian terdahulu tentang warna meja yang dapat meningkatkan produktivitas. Menurut (Purbandaru *et al.*, 2014) selain berpengaruh terhadap kemampuan mata untuk melihat obyek, warna juga memberikan pengaruh lain terhadap manusia seperti warna merah bersifat merangsang, warna kuning memberikan kesan luas dan terang, warna hijau atau biru memberikan kesan sejuk serta menyegarkan, dan warna gelap memberikan kesan leluasa. Menurut Gozal (2023), warna biru dapat memberikan ketenangan, mengurangi stress, meningkatkan konsentrasi saat bekerja, serta meningkatkan produktivitas. Maka ditetapkan warna biru pada salah satu level warna meja.

3.4 Orthogonal Array

Tahap terakhir dalam perencanaan eksperimen adalah membuat *orthogonal array*. *Orthogonal array* ini digunakan untuk memberikan kombinasi dari level faktor percobaan yang dilakukan. Dengan menggunakan *orthogonal array* maka akan dapat mengurangi kombinasi perlakuan dalam eksperimen sehingga akan mengurangi waktu dan biaya. Pembuatan *orthogonal array* diawali dengan menetapkan faktor dan level. Penetapan ini telah dilakukan pada tahap sebelumnya dimana penelitian ini terdiri dari tiga faktor dan tiga level. Hasil penetapan level faktor yang akan digunakan dalam eksperimen dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Level faktor eksperimen

Faktor	Level		
	1	2	3
Cahaya (A)	0-100 lux	100-200 lux	200-300 lux
Musik (B)	Dangdut	Pop	DJ
Warna Meja (C)	Coklat	Putih	Biru

Dari Tabel 3 dapat diketahui bahwa level yang akan digunakan dalam masing-masing faktor untuk eksperimen ada tiga. Masing-masing level menunjukkan besaran cahaya, jenis musik, dan warna meja yang akan digunakan dalam eksperimen untuk melihat pengaruh ketiga faktor tersebut. Setelah faktor dan level ditetapkan, maka dapat dihitung derajat kebebasannya (*degrees of freedom*) menggunakan rumus (1) dan ditemukan derajat kebebasan sebesar 6. Perhitungan derajat kebebasan menunjukkan bahwa minimal percobaan yang dilakukan adalah sebanyak enam eksperimen. Setelah mendapatkan hasil perhitungan derajat kebebasan, maka langkah yang selanjutnya adalah memilih matriks *orthogonal array* yang sesuai yaitu $L_9(3^4)$ dimana hal ini menunjukkan bahwa percobaan minimal yang akan dilakukan adalah sebanyak sembilan kali.

3.5 Pelaksanaan Eksperimen dan Pengolahan Data

Eksperimen dilaksanakan menggunakan karyawan bagian linting. Pihak perusahaan mengizinkan menggunakan salah satu ruang produksi yang berisi 55 karyawan untuk pelaksanaan ekaperimen. Sesuai dengan notasi yang telah ditentukan, jumlah eksperimen yang dilakukan pada penelitian kali ini sebanyak sembilan eksperimen dan akan direplikasi sebanyak tiga kali. Untuk setiap kombinasi eksperimen dilaksanakan selama satu hari, jadi eksperimen dilaksanakan selama 27 hari. Adapun kombinasi eksperimen yang dilakukan dibuat dengan menggunakan bantuan *software* Minitab versi 19. Kombinasi sembilan eksperimen lingkungan kerja fisik di PT X dapat dilihat pada Tabel 4.

Eksperimen dijalankan sesuai dengan Tabel 4. Dapat dilihat apabila akan menjalankan eksperimen pertama, maka level yang digunakan adalah cahaya, musik, dan warna meja pada level pertama yaitu cahaya 0–100 *lux meter*, musik jenis dangdut dan meja warna coklat. Pelaksanaan eksperimen diawali dengan mengatur pencahayaan, musik, dan warna meja kerja terlebih dahulu, kemudian para pekerja mulai melinting rokok dengan keadaan lingkungan kerja yang telah diatur. Setelah proses produksi linting rokok selesai, mandor akan mencatat jumlah produk yang disetor dan jumlah produk yang cacat. Penelitian ini juga menggunakan replikasi sebanyak tiga kali agar hasil yang didapatkan lebih akurat. Replikasi ini dilakukan dengan cara melakukan kombinasi 1 sampai 9 terlebih dahulu untuk replikasi pertama, kemudian melakukan kombinasi 1 sampai 9 lagi untuk mendapatkan replikasi kedua, dan melakukan kombinasi 1 sampai 9 lagi untuk mendapatkan replikasi ketiga. Setelah semua eksperimen sudah dilakukan, maka didapatkan hasil persentase jumlah produk cacat. Hasil persentase jumlah produk cacat dan nilai *mean* dan *SNR* dapat dilihat pada Tabel 5. Penghitungan nilai *mean* dan *SNR* menggunakan rumus (2) dan rumus (3).

Tabel 4 Kombinasi eksperimen $L_9(3^4)$

Eksperimen	Faktor		
	Cahaya (A)	Musik (B)	Warna Meja (C)
1	1	1	1
2	1	2	2
3	1	3	3
4	2	1	2
5	2	2	3
6	2	3	1
7	3	1	3
8	3	2	1
9	3	3	2

Tabel 5. Nilai *mean* dan *SNR*

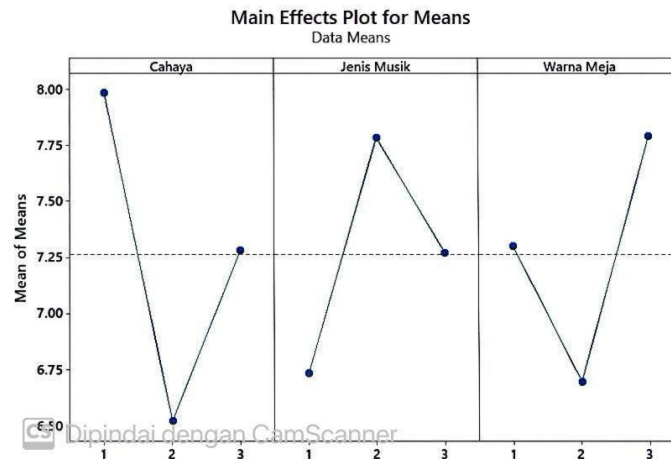
Eksperimen	Hasil Persentase Cacat (%)			Jumlah	<i>Mean</i>	<i>SNR</i>
	1	2	3			
1	7,74	7,56	7,34	22,64	7,55	-17,56
2	7,54	8,22	7,80	23,56	7,85	-17,91
3	8,53	8,80	8,33	25,67	8,56	-18,65
4	5,54	5,36	5,48	16,38	5,46	-14,74
5	7,33	7,72	7,83	22,88	7,63	-17,65
6	6,48	6,79	6,16	19,43	6,48	-16,24
7	7,12	6,81	7,65	21,58	7,19	-17,15
8	7,82	7,63	8,17	23,63	7,88	-17,93
9	6,73	6,43	7,16	20,33	6,78	-16,63

3.5.1 ANOVA untuk Nilai Rata-rata

ANOVA dilakukan dengan menggunakan aplikasi Minitab versi 19. Hasil ANOVA untuk nilai rata-rata dapat dilihat pada Tabel 6. Berdasarkan hasil ANOVA, didapatkan kesimpulan bahwa ketiga faktor yang digunakan dalam eksperimen yaitu cahaya, musik, dan warna meja memiliki pengaruh yang signifikan terhadap persentase produk yang cacat dan perbedaan diantara perlakuan nyata. Hasil *Main Effect Plot* untuk nilai rata-rata dapat dilihat pada Gambar 2

Tabel 6. ANOVA untuk rata-rata

Faktor	Derajat Kebebasan	Sequare SS	Mean Square	F	P
Cahaya	2	3,220	1,610	90,78	0,011
Musik	2	1,659	0,829	46,76	0,021
Warna Meja	2	1,808	0,904	50,96	0,019
Residual Error	2	0,035	0,018		
Total	8	6,721			



Gambar 2. Main effect plot nilai rata-rata

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa pada saat cahaya berada di level 1 (0–100 *lux meter*) nilai rata-rata persentase produk cacat berada pada angka 7,99%, kemudian saat besar cahaya dinaikkan menjadi level 2 (100–200 *lux meter*) nilai rata-rata persentase produk cacat menurun menjadi 6,52%. Pada saat besar cahaya ditingkatkan lagi menjadi level 3 (200–300 *lux meter*), nilai rata-rata persentase produk cacat naik lagi menjadi 7,28%. Dari hasil plot pada Gambar 1 tersebut dapat dilihat bahwa pada saat cahaya diubah dari level 1 (0–100 *lux meter*) ke level 2 (100–200 *lux meter*) persentase produk cacat yang dihasilkan menurun, mungkin karena selama ini cahaya yg digunakan pada level 1 terlalu redup atau kurang terang sehingga pada saat *lux* cahaya dinaikkan ke level 2 persentase produk cacat yang dihasilkan menurun. Sedangkan pada saat *lux* cahaya diubah ke level 3 (200–300 *lux meter*) persentase produk cacat naik lagi mungkin karena pada saat cahaya terlalu terang para pekerja merasa suhu lebih panas. Suhu adalah faktor *noise* dalam penelitian ini, suhu tidak dapat diubah karena akan mempengaruhi kualitas tembakau. Para buruh mungkin merasa lebih panas pada saat cahaya diatur pada kisaran 200–300 *lux meter* yang membuat mereka kurang nyaman pada saat bekerja sehingga persentase produk cacat yang dihasilkan meningkat lagi.

Pada saat jenis musik berada di level 1 (musik dangdut) nilai rata-rata persentase produk cacat berada pada angka 6,73%, kemudian saat jenis musik diubah menjadi level 2 (musik pop) nilai rata-rata persentase produk cacat naik menjadi 7,79%. Pada saat jenis musik diubah lagi menjadi level 3 (musik DJ), nilai rata-rata persentase produk cacat turun menjadi 7,27%. Hasil plot jenis musik ini sesuai dengan hasil kuesioner yang dibagikan kepada para buruh sebelum dilakukan eksperimen. Hasil kuesioner menunjukkan bahwa sebagian besar para buruh menyukai musik jenis dangdut, kemudian jenis musik selanjutnya adalah DJ, dan jenis musik yang paling sedikit dipilih adalah musik pop, sehingga persentase cacat yang paling sedikit adalah musik dangdut.

Pada saat warna meja berada di level 1 (warna coklat) nilai rata-rata persentase produk cacat berada pada angka 7,30%, kemudian saat warna meja diubah menjadi level 2 (warna putih) nilai rata-rata persentase produk cacat turun menjadi 6,70%. Pada saat warna meja diubah lagi menjadi level 3 (warna biru), nilai rata-rata persentase produk cacat naik menjadi 7,79%. Dari hasil plot warna meja ini dapat dilihat bahwa pada saat warna meja diubah dari warna coklat ke warna putih persentase produk cacat menurun, mungkin karena meja warna putih memberi kesan bersih, terang dan berbeda dengan warna tembakau sedangkan warna meja coklat hampir sama dengan warna tembakau yang mungkin para buruh membutuhkan penglihatan yang lebih tajam dalam bekerja. Pada saat warna meja diubah menjadi warna biru persentase produk cacat meningkat lagi, mungkin karena meja warna biru memberi kesan yang gelap dan juga mengakibatkan lelah mata karena para buruh harus membedakan tembakau yang juga berwarna coklat (gelap). Meskipun pada umumnya warna biru dianggap dapat memberikan ketenangan dan meningkatkan produktivitas, namun itu semua bervariasi tergantung pada faktor individu. Beberapa

orang mungkin mengalami ketidaknyamanan atau gejala seperti pusing jika terpapar warna biru terlalu lama atau jika pekerjaan yang dilakukan monoton.

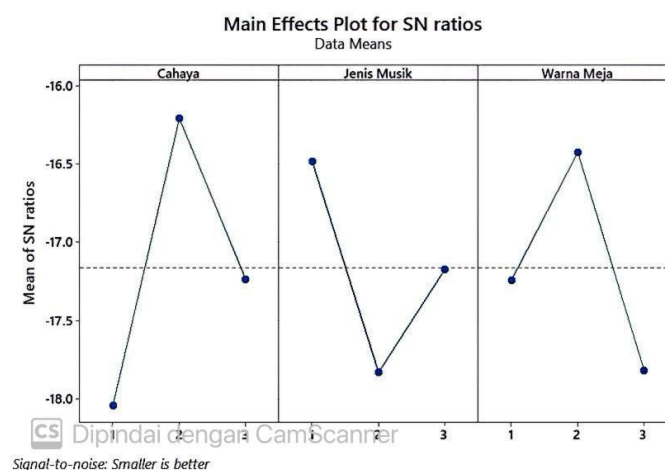
3.5.2 ANOVA untuk Nilai SNR

Signal To Noise Ratio merupakan ukuran dari seberapa baik suatu proses mempertahankan konsistensi atau ketepatan terhadap faktor-faktor yang relevan. Perhitungan *SNR* dilakukan untuk memilih nilai level faktor terbesar untuk mengoptimalkan karakteristik kualitas dari eksperimen. Metode penghitungan *SNR* tergantung pada karakteristik kualitas yang digunakan, dimana pada penelitian ini menggunakan karakteristik *smaller the better*. Akan tetapi, bagaimanapun karakteristik kualitasnya, nilai *SNR* selalu diartikan dengan cara yang sama yaitu semakin besar nilai *SNR*nya semakin baik. Adapun langkah yang dilakukan sama halnya dengan ANOVA terhadap nilai rata-rata. Hasil ANOVA untuk nilai *SNR* menggunakan program Minitab dapat dilihat pada Tabel 7. Berdasarkan hasil ANOVA, didapatkan kesimpulan bahwa ketiga faktor yang digunakan dalam eksperimen yaitu cahaya, musik, dan warna meja memiliki pengaruh yang signifikan terhadap persentase produk yang cacat.

Hasil *Main Effect Plot* untuk nilai *SNR* dapat dilihat pada Gambar 3. Nilai *SNR* dalam konteks metode Taguchi menunjukkan seberapa baik sinyal yang diinginkan dibandingkan dengan *noise* yang tidak diinginkan dalam suatu sistem atau proses. Semakin tinggi nilai *SNR*, maka semakin baik kualitas atau kinerja sistem tersebut. Oleh karena itu, dari hasil *main effect plot for SNR* pada Gambar 3, dipilihlah nilai level faktor yang paling besar pada setiap faktor, hal ini digunakan sebagai penerapan *SNR* pada *smaller the better*. Level faktor terpilih yang memiliki nilai *SNR* paling baik yaitu faktor cahaya level 2 (100–200 lux meter), faktor musik level 1 (dangdut), dan faktor warna meja level 2 (warna putih).

Tabel 7. ANOVA untuk nilai SNR

Faktor	Derajat Kebebasan	Sequare SS	Mean Square	F	P
Cahaya	2	5,039	2,519	80,53	0,012
Musik	2	2,713	1,356	43,36	0,023
Warna Meja	2	2,925	1,462	46,75	0,021
Residual Error	2	0,063	0,031		
Total	8	10,739			



Gambar 3. Main effect plot nilai SNR

3.6 Penetapan Level Optimal

Penetapan level optimal dilakukan dengan menggunakan Minitab. Hasil penetapan level optimal dapat dilihat pada Tabel 8. Penetapan level optimal sesuai dengan Tabel 8 dapat dilihat pada Tabel 9. Berdasarkan Tabel 9 dapat dilihat bahwa kombinasi level optimal yang didapatkan adalah A2, B1, C2. Hal ini menunjukkan bahwa pada level tersebut dapat dilakukan penetapan terhadap lingkungan kerja

produksi linting rokok dengan cahaya sebesar 100–200 *lux meter*, musik dengan jenis dangdut, dan warna meja yang digunakan adalah warna putih. Dapat dilihat pada Tabel 8 prediksi nilai rata-rata persentase produk cacat dari kombinasi level optimal tersebut adalah 5,43%. Setelah didapatkan kombinasi level yang optimal, maka perlu dilakukan eksperimen konfirmasi untuk membandingkan banyaknya *output* produk cacat yang telah ada saat ini dengan *output* rokok cacat hasil eksperimen.

Tabel 8. Penetapan level optimal dan prediksi

Penetapan level optimal		
Cahaya	Jenis Musik	Warna Meja
2	1	2
Prediksi		
Rasio S/N	Rata-rata	Standar Deviasi
-14,798	5,425	0,167

Tabel 9. Penetapan level optimal

Faktor	Kode	Level	Penetapan level
Cahaya	A	2	100-200 lux
Musik	B	1	Dangdut
Warna Meja	C	2	Putih

Untuk dapat membandingkan antara kondisi optimal dengan eksperimen konfirmasi dilakukan perhitungan selang kepercayaan terhadap kondisi optimal tersebut. Perhitungan selang kepercayaan untuk nilai rata-rata dan *SNR* menggunakan rumus (4) dan rumus (5).

Selang kepercayaan nilai rata-rata optimal sebagai berikut:

$$5,13 \leq \mu_{prediksi} \leq 5,72$$

Selang kepercayaan nilai *SNR*_{prediksi} optimal sebagai berikut:

$$-15,47 \leq SNR_{prediksi} \leq -14,13$$

3.7 Eksperimen Konfirmasi

Eksperimen konfirmasi merupakan eksperimen yang dilakukan dengan tujuan untuk melakukan validasi terhadap kesimpulan yang didapatkan sebelumnya. Eksperimen dilakukan dengan menggunakan rancangan atau kombinasi dari penetapan level optimal yang telah didapatkan. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa eksperimen konfirmasi ini dilakukan dengan menggunakan kombinasi dari penetapan level optimal yaitu cahaya 100–200 *lux meter*, musik jenis dangdut, dan warna meja putih. Eksperimen dilaksanakan selama 5 hari menggunakan partisipan yang sama dengan eksperimen sebelumnya yaitu karyawan produksi bagian linting dengan jumlah 55 orang. Data hasil eksperimen konfirmasi yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil pengujian eksperimen konfirmasi

Hari	Total Jumlah Produksi	Jumlah Produk Cacat	Persentase Cacat
1	116500	6450	5,54%
2	116500	6250	5,36%
3	120500	6600	5,48%
4	118500	6250	5,27%
5	122000	6600	5,41%
Rata-rata	118800	6430	5,41%

Berdasarkan data hasil eksperimen konfirmasi maka selanjutnya dihitung nilai rata-rata (*mean*) dan *SNR* dengan klasifikasi *smaller the better*. Nilai rata-rata dan *SNR* terhadap lingkungan kerja hasil eksperimen konfirmasi adalah 5,41 dan -14,67. Sedangkan selang kepercayaan terhadap nilai rata-rata dan *SNR* adalah sebagai berikut:

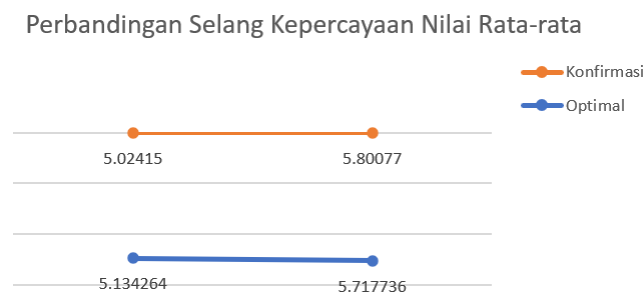
$$5,02 \leq \mu_{konfirmasi} \leq 5,80$$

$$-15,42 \leq SNR_{konfirmasi} \leq -13,92$$

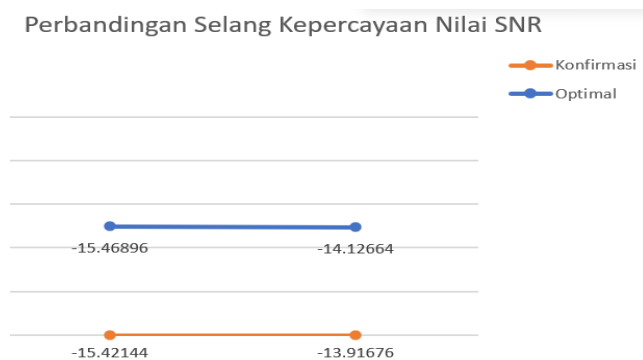
Setelah didapatkan hasil penghitungan selang kepercayaan terhadap eksperimen konfirmasi, maka hasil tersebut dibandingkan dengan selang kepercayaan kondisi optimal. Perbandingan selang kepercayaan optimal dengan konfirmasi untuk masing-masing nilai rata-rata dan *SNR* dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.

Berdasarkan Gambar 4 dapat disimpulkan bahwa hasil eksperimen konfirmasi untuk nilai rata-rata dapat diterima. Hal ini dapat dilihat bahwa garis selang kepercayaan eksperimen konfirmasi bersinggungan dengan garis selang kepercayaan kondisi optimal. Gambar 5 juga menunjukkan bahwa hasil eksperimen konfirmasi untuk nilai *SNR* dapat diterima. Hal ini dapat dilihat bahwa garis selang kepercayaan eksperimen konfirmasi bersinggungan dengan garis selang kepercayaan kondisi optimal.

Sebelum dilakukan eksperimen jumlah persentase produk yang cacat adalah sebesar 10,18% dan setelah dilakukan eksperimen dengan penetapan level yang optimal persentase produk cacat berkurang menjadi 5,41%. Terjadi penurunan yang cukup banyak yaitu sebesar 4,77%, namun penurunan sebesar 4,77% tersebut tidak sepenuhnya merupakan dampak dari perbaikan lingkungan kerja. Seperti telah disebutkan sebelumnya bahwa jumlah cacat produk dipengaruhi oleh faktor bahan baku tembakau dan lingkungan kerja. Penelitian pendahuluan untuk menetapkan standar kelembaban tembakau berperan dalam penurunan tingkat produk cacat.



Gambar 4. Perbandingan selang kepercayaan nilai rata-rata



Gambar 5. Perbandingan selang kepercayaan nilai SNR

Besarnya penurunan produk cacat dapat dilihat dari hasil eksperimen nomor 1 pada Tabel 5. Eksperimen nomor 1 tersebut menggunakan level faktor yang sama dengan kondisi sebelumnya yaitu cahaya 0–100 *lux meter*, musik jenis dangdut, dan warna meja coklat namun menggunakan bahan baku tembakau yang telah distandarkan kelembabannya. Rata-rata produk cacat pada eksperimen tersebut adalah 7,55%. Terdapat penurunan persentase cacat sebesar 2,63%. Jadi penurunan tingkat produk cacat akibat pengaruh perbaikan lingkungan kerja fisik hasil eksperimen adalah sekitar 2,14%, sehingga penetapan level pada eksperimen konfirmasi ini dapat mengurangi jumlah persentase cacat produksi rokok SKT di PT X.

Hasil eksperimen sesuai dengan penelitian Rahmillah (2016) dimana pencahayaan dan musik memengaruhi jumlah kesalahan kerja. Bedanya pada eksperimen tersebut pencahayaan optimalnya adalah 325-350 *lux*. Intensitas cahaya yang lebih tinggi tersebut mungkin disebabkan karena pekerjaan pada eksperimen tersebut adalah menjahit manik-manik menggunakan jarum secara manual. Selain itu penelitian tersebut menggunakan intensitas surara musik dan bukan jenis musik. Faktor eksperimen warna meja memberikan hasil yang serupa dengan hasil penelitian Aula *et al.* (2013.) dimana warna meja putih memberikan hasil kerja yang lebih baik.

4. Simpulan

Beberapa faktor lingkungan kerja yang berpengaruh pada output produk cacat pada proses pelintingan rokok SKT di PT X adalah faktor pencahayaan, jenis musik dan warna meja kerja. Berdasarkan hasil desain eksperimen Taguchi faktor dan level yang optimal dalam mengurangi *output* produk cacat pada proses giling rokok SKT adalah faktor cahaya level 2 (100–200 *lux*), faktor jenis musik level 1 (Dangdut), dan faktor warna meja level 2 (putih). Sebelum dilakukan eksperimen jumlah persentase produk yang cacat sebesar 10,18% dan setelah dilakukan eksperimen dengan penetapan level yang optimal persentase produk cacat berkurang menjadi 5,41%. Penurunan presentase produk cacat yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan kerja adalah sekitar 2,14% sedangkan sisanya merupakan pengaruh dari faktor bahan baku yang menjadi faktor *signal* dalam eksperimen ini.

Perusahaan dapat mempertimbangkan untuk menerapkan kombinasi faktor yang baru ini, yaitu pencahayaan dengan besar 100–200 *lux meter*, memutar musik dangdut pada saat proses bekerja, dan mengganti meja dengan warna putih sebagai meja yang akan digunakan oleh pekerja linting. Namun, perusahaan juga harus mempertimbangkan biaya jika akan mengganti besar pencahayaan dan warna meja. Perusahaan harus mengganti semua lampu dan semua meja yang digunakan pada ruang pelintingan. Perusahaan dapat melakukan penghitungan terlebih dahulu antara biaya yang dikeluarkan dengan penurunan biaya akibat penurunan produk cacat yang dihasilkan. Jika hasil penurunan biaya mampu menutup penambahan biaya investasi yang dikeluarkan untuk mengganti lampu dan meja, maka perusahaan dapat mengubah lingkungan kerja sesuai dengan hasil penetapan level optimal dari hasil eksperimen.

Daftar Pustaka

- Akbar, M.A. (2019) ‘Pengaruh musik latar terhadap kenyamanan kerja karyawan Bank BCA’, *PROMUSIKA*, 6(2), pp. 69–76. Available at: <https://doi.org/10.24821/promusika.v6i2.3156>.
- Aula, D.D., Setyanto, N.W. and Yuniarti, R. (2013) ‘Penentuan setting level optimal lingkungan kerja fisik untuk meningkatkan output produksi rokok dengan metode Taguchi (studi kasus PT Bayi Kembar Malang)’, *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, 1(1), pp. 114-121.
- Dantes, N. (2017) *Desain eksperimen dan analisis Data*. Depok: PT Raja Grafindo Persada.
- Gozal, R.P. (2023) *5 Warna meja kantor yang bikin produktif*. Available at: <https://lifestyle.kontan.co.id/news/5-warna-meja-kantor-yang-bikin-produktif>. Diakses pada 23 November 2023.
- Hananto, B.J. (2020) ‘Pengoimalan hasil produksi biji plastik dengan metode Taguchi’, *MATHunesa: Jurnal Ilmiah Matematika*, 8(1), pp. 60-64.
- Kementrian Tenaga Kerja. (2018). *Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 5 Tahun 2018 Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja*. Jakarta. Indonesia.

- Ismail, A.R. *et al.* (2014) 'The impact of workers productivity under simulated environmental factor by Taguchi Analysis', *APCBEE Procedia*, 10, pp. 263–268. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.apcbee.2014.10.050>.
- Margaretha, N., Ekawati, Y. and Oktiarso, T. (2024) 'Optimization of tobacco warehouse temperature to reduce defects in hand-rolled kretek cigarette products at PT XYZ', *Jurnal Sains dan Aplikasi Keilmuan Teknik Industri (SAKTI)*, 4(2), pp. 77–86. Available at: <https://doi.org/10.33479/sakti.v4i2.92>.
- Nasution, R.H. (2017) 'Analisis pengaruh temperatur dan kebisingan terhadap kerja sistem *cardiovascular* di CV. Bintang Terang Medan', *Jurnal Surya Teknika*, 5(02), pp. 1-7.
- Pamasaria, H.A. *et al.* (2020) 'Optimasi keakuratan dimensi produk cetak 3D printing berbahan plastik PP daur ulang dengan menggunakan metode Taguchi', *JMPM (Jurnal Material dan Proses Manufaktur)*, 4(1). Available at: <https://doi.org/10.18196/jmpm.4148>.
- Panjaitan, M. (2017) *Pengaruh lingkungan kerja terhadap produktivitas kerja karyawan*. Available at: <http://ejournal.lmiimedan.net/index.php/jm/article/view/7/7>.
- Prawirosentono, S. (2002) *Manajemen operasi: analisis dan studi kasus*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Purbandaru, L. *et al.* (2014) 'Evaluasi pengaruh intensitas cahaya terhadap kesalahan pembacaan pada proses final inspections di multilayer plant PT Bredero Shaw Indonesia', *PROFESIENSI*, 2(2), pp. 132–142.
- Purwaningtyas, D.M. (2021) 'Hubungan penerangan di tempat kerja dan karakteristik pekerja dengan keluhan kelelahan mata pada penjahit bordir di CV. X Bangil-Pasuruan', *MTPH Journal*, 5(1), pp. 33-46.
- Rahmillah, F.I. (2016) 'Optimization of physical working environment setting to improve productivity and minimize error by Taguchi and VIKOR methods', in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Institute of Physics Publishing. Available at: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/105/1/012025>.
- Rajesh, M. *et al.* (2021) 'Optimization of workplace parameters using Taguchi's orthogonal array approach to enhance the worker productivity', in *Materials Today: Proceedings*. Elsevier Ltd, pp. 2516–2519. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.05.045>.
- Sedarmayanti (2017) *Perencanaan dan pengembangan sumber daya manusia untuk meningkatkan kompetensi, kinerja dan produktivitas kerja*. Bandung: PT Refika Aditama.
- Setyanto, N.W. and Lukodono, R.P. (2017) *Teori dan aplikasi desain eksperimen Taguchi*. Malang: UB Press.
- Sihaloho, D. And Siregar, H. (2019) 'Pengaruh lingkungan kerja terhadap kinerja karyawan pada PT Super Setia Sagita Medan', *Socio Secretum*, 9(2), pp. 273-281.
- Suri, F. and Mariatin, E. (2017) 'Pengaruh pencahayaan ruang kerja terhadap stres kerja karyawan biro perencanaan dan kerjasama Universitas Sumatera Utara', *Jurnal Diversita*, 3(2), pp. 9-14.
- Tang, H. (2022) *Quality planning and assurance. principles, approaches, and methods for product and servive development*. Hoboken: Wiley.