

Pengujian Optimalisasi Lingkungan Kerja Proses Perakitan Menggunakan *Response Surface Methodology*

Riski Arifin*, Sarika Zuhri, Didi Asmadi, Sitti Annisa, Safira Ulfa

Program Studi Teknik Industri, Universitas Syiah Kuala; email: riskiarifin@usk.ac.id, sarika.zuhri@usk.ac.id, didi.asmadi@usk.ac.id, annisa18@mhs.ac.id, safiraulfa@mhs.unsyiah.ac.id.

* *Corresponding author*

Abstrak

Peningkatan produktivitas kerja merupakan tujuan dalam pengelolaan sumber daya manusia, selain pengelolaan sumber daya manusia lingkungan kerja fisik memiliki peran penting. Lingkungan kerja fisik merupakan salah satu hal yang harus diperhatikan dalam produktivitas kerja seperti temperature, kebisingan dan pencahayaan dalam tempat kerja. Kombinasi dari 3 lingkungan kerja fisik tersebut akan berpengaruh terhadap pekerjaan. Agar memaksimalkan kombinasi tersebut diperlukan pencarian titik optimal dengan menggunakan response surface methodology agar dapat memprediksi kombinasi dari variabel tersebut. Tujuan penelitian ini adalah melakukan optimalisasi lingkungan kerja dengan meminimalkan waktu dalam perakitan resistor menggunakan response surface methodology. Hasil dari penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa dari variabel kebisingan, temperature dan pencahayaan memiliki nilai r-square sebesar 50,71% dalam peningkatan produktivitas kerja. Agar meminimasi waktu dalam perakitan resistor response surface methodology memberikan saran untuk temperature 24°C, kebisingan sebesar 72,73 dB dan pencahayaan 411,11 lux, sehingga dari kombinasi yang dilakukan maka perkiraan waktu dalam perakitan resistor adalah sebesar 141 detik dan menurunkan 151% dari waktu perakitan yang terlama pada eksperimen.

Kata Kunci: Lingkungan kerja fisik, Response Surface Methodology, Pencahayaan, Kebisingan dan temperature.

Abstract

[Optimization of the Work Environment of the Assembly Process Using Response Surface Methodology] *Increasing work productivity is a goal in managing human resources, in addition to managing human resources the physical work environment has an important role. The physical work environment is one of the things that must be considered in work productivity such as temperature, noise and lighting in the workplace. The combination of these 3 physical work environments will affect work. In order to maximize this combination, it is necessary to find the optimal point by using a response surface methodology in order to be able to predict the combination of these variables. The purpose of this research is to optimize the work environment by minimizing time in resistor assembly using a response surface methodology. The results of the research conducted show that the variables of noise, temperature and lighting have an r-square value of 50.71% in increasing work productivity. In order to minimize the time in assembling the resistor, the response surface methodology provides suggestions for a temperature of 24°C, noise of 72.73 dB and lighting of 411.11 lux, so that from the combination that is carried out, the estimated time in assembling resistors is 141 seconds and reduces 151% of the longest assembly time in the experiment.*

Keywords: *Physical work environment, Response Surface Methodology, Lighting, Noise and temperature.*

Kelompok BoK yang bersesuaian dengan artikel: *Work Design & Measurement*

Saran format untuk mensitasi artikel ini:

Arifin, R., Zuhri, S., Asmadi, D., Annisa, S., dan Ulfa, S. (2023). Pengujian Optimalisasi Lingkungan Kerja Proses Peraktiran Menggunakan Response Surface Methodology. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri (SENASTI) 2023*, xx(xx), xxx-xxx.

1. Pendahuluan

Persaingan industri yang terus berkembang pesat, membuat setiap perusahaan harus bisa beradaptasi dengan persaingan yang dilakukan. Persaingan tersebut juga dialami pada peningkatan produktivitas karyawan yang merupakan salah satu tujuan dalam pengelolaan sumber daya manusia (Kurniawan & Cahyaningtyas, 2021). Produktivitas merupakan ukuran penggunaan efektif sumber daya yang dapat diukur baik secara *tangible* atau *untangible*. Peningkatan produktivitas manusia salah satunya dengan memperhatikan lingkungan fisik kerja.

Lingkungan kerja mempunyai pengaruh yang besar terhadap produktivitas kerja seseorang sehingga akan berpengaruh terhadap peningkatan kapasitas produksi serta keselamatan dan kesehatan kerja (Rosyidah et al., 2019). Lingkungan kerja yang baik dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya faktor penerangan atau pencahayaan, kadar temperatur udara, tingkat kelembaban, sirkulasi udara, tingkat kebisingan, bau-bauan, tata warna, dekorasi ruang kerja, musik, dan keamanan di tempat kerja (Fitriani & Sudarwadi, 2018).

Salah satu faktor yang sangat mempengaruhi produktivitas kerja yaitu kebisingan. Tingkat kebisingan yang tinggi dapat menyebabkan penurunan konsentrasi pekerja saat melakukan tugasnya (Puspita & Septiani, 2018). Faktor lain seperti temperatur yang dingin dapat menyebabkan semangat kerja yang menurun dan apabila terlalu panas juga menimbulkan kelelahan sehingga pekerja cenderung melakukan kesalahan (Pratiwi, 2013). Pencahayaan dapat berpengaruh terhadap produktivitas kerja dimana pencahayaan yang kurang baik dapat mengakibatkan kelelahan mental, sakit pada daerah mata, kelelahan mata, berkurangnya daya efisiensi kerja, sakit kepala, rusaknya penglihatan, dan tingginya kecelakaan kerja (Mappaloteng & Syahrul, 2015). Maka dari itu, perlu adanya penanganan dan pengendalian faktor-faktor lingkungan kerja seperti temperatur, getaran, kebisingan, dan pencahayaan secara berkesinambungan (Pratiwi, 2013).

Pengendalian dan optimasi kondisi lingkungan fisik kerja dapat dilakukan menggunakan metode permukaan respon (*response surface methodology*). Metode permukaan respon adalah metode yang bertujuan untuk menganalisis permasalahan dimana terdapat variabel independen untuk mengoptimalkan variabel (Faulina et al., 2011). Dengan menggunakan metode permukaan respon, dapat diketahui perkiraan kondisi optimal atau penggambaran respon optimal yang dihasilkan (Suprpto et al., 2019). Pada penelitian ini akan dilakukan pengendalian kondisi lingkungan fisik kerja khususnya pada meja perakitan resistor. Resistor merupakan suatu komponen yang berfungsi sebagai pembatas aliran listrik yang mengalir dalam rangkaian elektronika (Basri & Irfan, 2018). Resistor memiliki ukuran yang kecil sehingga dalam proses perakitannya membutuhkan keterampilan yang tinggi.

Penelitian terdahulu mengenai lingkungan kerja fisik dilakukan oleh Pratiwi (2013) dimana penelitian tersebut bertujuan untuk menganalisis aspek lingkungan kerja fisik

(temperatur kebisingan, dan pencahayaan) terhadap peningkatan performansi kerja di laboratorium. Variabel yang digunakan berupa tingkat temperatur antara 26-30°C, pencahayaan sebesar 100-200lux, serta tingkat kebisingan antara 80-100dB. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variabel kebisingan dan pencahayaan tidak berpengaruh terhadap performansi kerja (Pratiwi, 2013).

Penelitian mengenai efek kualitas pencahayaan pada efisiensi kerja pekerja di Tanzania. Variabel yang digunakan adalah rata-rata tingkat pencahayaan di setiap kamar dimana pencahayaan tersebut diukur menggunakan alat ukur digital. Hasil penelitian menunjukkan bahwa para pekerja dominan merasa kurang puas dengan kualitas pencahayaan pada lingkungan kerja serta dapat mempengaruhi efisiensi dan kesejahteraan kerja (Katabaro & Yan, 2019).

Aula et al. (2013) juga melakukan penelitian mengenai penentuan *setting level optimal* lingkungan kerja fisik yang bertujuan untuk meningkatkan output produksi rokok dengan metode *Taguchi*. Terdapat 4 variabel bebas pada penelitian ini dengan masing-masing level yang berjumlah 3. Variabel bebas terdiri dari jarak antar operator, warna meja, ukuran ruang kerja, serta privasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variabel yang berpengaruh signifikan terhadap karakteristik output produksi yaitu jarak antar operator dan warna meja. *Setting level optimal* yang diperoleh yaitu jarak antar operator 70 cm, warna meja putih, ukuran ruang kerja dengan tingkat kebisingan kecil, dan privasi dengan pemberian sekat ditengah operator yang berhadapan dan disamping kanan kiri operator (Aulia et al., 2013).

Berdasarkan permasalahan di atas, maka pada penelitian ini dilakukan eksperimen untuk mengoptimalkan kondisi lingkungan kerja fisik berupa kebisingan, pencahayaan, dan temperatur dalam proses pemasangan resistor menggunakan Response Surface Methodology (RSM). Sehingga tujuan penelitian ini adalah melakukan minimasi waktu dalam perakitan resistor dengan melakukan kombinasi dari 3 variabel lingkungan kerja fisik yaitu temperature, kebisingan dan pencahayaan dengan menggunakan *response surface methodology*.

2. Metode

Penelitian ini menggunakan *Response Surface Methodology* dan menggunakan tipe *box-behen* yang memiliki keunggulan yaitu nilai eksperimen dari hasil random lebih mudah untuk dilakukan percobaan. Penelitian ini bertujuan untuk mencari nilai yang optimal untuk meminimalkan waktu dalam melakukan perakitan. Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah faktor lingkungan kerja fisik yaitu, kebisingan, temperature dan pencahayaan. Berikut merupakan faktor yang digunakan beserta masing-masing levelnya.

Tabel 1. Faktor dan Level

Faktor	Level 1	Level 2
<i>Kebisingan (dB)</i>	60	80
<i>Temperature (°C)</i>	24	30
<i>Pencahayaan (Lux)</i>	300	500

Penelitian ini menggunakan alat bantu *software* minitab yang memudahkan proses randomisasi *response surface methodology* dengan menggunakan 3 faktor 2 level $L_4(2^3)$ maka randomisasi akan dilakukan 4 kali setiap level 1 dan level 2 selanjutnya 7 percobaan akan dilakukan pada setiap titik tengah dari setiap faktor, sehingga total percobaan akan dilakukan sebanyak 15 percobaan. Berikut merupakan hasil randomisasi dari faktor dan level.

Tabel 2. Randominasi Level

Percobaan ke-	Kebisingan (dB)	Temperature (°C)	Pencahayaan (Lux)
1	80	27	300
2	70	27	400
3	60	27	500
4	60	27	300
5	70	24	300
6	80	27	500
7	80	24	400
8	70	27	400
9	60	24	400
10	60	30	400
11	80	30	400
12	70	30	500
13	70	30	300
14	70	27	400
15	70	24	500

Dari Tabel 2 menunjukkan akan melakukan 15 kali percobaan dengan menyesuaikan variabel kebisingan, temperature dan pencahayaan. Percobaan yang akan dilakukan adalah dengan melakukan perakitan resistor pada dua buah lampu hingga ke dua lampu bisa menyala. Para responden akan diberikan waktu diluar eksperimen untuk melakukan percobaan melakukan perakitan resistor. Respon yang akan diukur adalah waktu dengan satuan detik yang dilakukan oleh para responden untuk melakukan percobaan tersebut.

3. Hasil dan Pembahasan

Setelah melakukan percobaan perakitan resistor dengan melibatkan variabel kebisingan, temperature dan pencahayaan. Hasil waktu yang dapat diselesaikan oleh responden dalam merakit resistor tersebut terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Percobaan

Percobaan ke-	Kebisingan (dB)	Temperature (°C)	Pencahayaan (Lux)	Waktu (Detik)
1	80	27	300	355
2	70	27	400	110
3	60	27	500	210
4	60	27	300	246
5	70	24	300	218
6	80	27	500	310
7	80	24	400	128
8	70	27	400	215
9	60	24	400	333
10	60	30	400	285
11	80	30	400	171
12	70	30	500	170
13	70	30	300	325
14	70	27	400	135
15	70	24	500	161

Dari Tabel 3 diatas menunjukkan bahwa waktu yang paling cepat dalam menyelesaikan perakitan resistor tersebut sebesar 110 detik dan waktu terlama sebesar 355 detik. Langkah Selanjutnya merupakan hasil *Analysis of Variance* dan *R-Square*.

Analysis of Variance						
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value	
Model	9	46134,5	5126,1	0,57	0,781	
Linear	3	13783,7	4594,6	0,51	0,691	
Kebisingan	1	1512,5	1512,5	0,17	0,698	
Suhu	1	1540,1	1540,1	0,17	0,696	
Pencahayaan	1	10731,1	10731,1	1,20	0,324	
Square	3	27859,2	9286,4	1,04	0,452	
Kebisingan*Kebisingan	1	17494,3	17494,3	1,95	0,221	
Suhu*Suhu	1	185,3	185,3	0,02	0,891	
Pencahayaan*Pencahayaan	1	12456,6	12456,6	1,39	0,292	
2-Way Interaction	3	4491,5	1497,2	0,17	0,914	
Kebisingan*Suhu	1	2070,2	2070,2	0,23	0,651	
Kebisingan*Pencahayaan	1	20,2	20,2	0,00	0,964	
Suhu*Pencahayaan	1	2401,0	2401,0	0,27	0,627	
Error	5	44839,9	8968,0			
Lack-of-Fit	3	38823,3	12941,1	4,30	0,194	
Pure Error	2	6016,7	3008,3			
Total	14	90974,4				

Gambar 1. *Analysis of Variance*

Berdasarkan hasil *analysis of variance* menunjukkan nilai P-value dari kebisingan, suhu dan pencahayaan secara berturut-turut adalah 0.698, 0.696, dan 0,324. Ketiga variabel tersebut bernilai melebihi 0,05. Sehingga menunjukkan bahwa kebisingan, suhu dan pencahayaan tidak memberikan hubungan kepada peningkatan produktivitas.

Selanjutnya dengan melakukan *2-way interaction* yang merupakan kombinasi dari kebisingan, suhu dan pencahayaan memiliki nilai *p-value* sebesar 0.651, 0,964 dan 0.627. kombinasi dari 3 variabel yang dilakukan menunjukkan tidak memiliki hubungan kepada peningkatan produktivitas dalam meminimalkan waktu perakitan resistor. Selanjutnya nilai *r-square* dari 3 variabel tersebut adalah sebagai berikut:

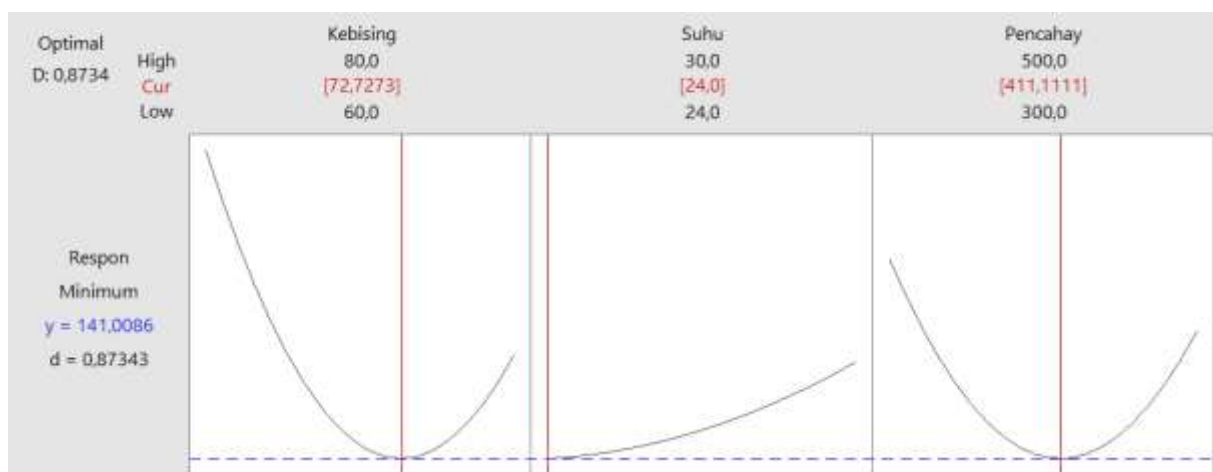
Model Summary			
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
94,6994	50,71%	0,00%	0,00%

Gambar 2. R-Square

Berdasarkan hasil *r-square* dari 3 variabel menunjukkan variabel kebisingan, suhu dan pencahayaan terhadap perakitan resistor sebesar 50.71% atau masih terdapat 49,29% variabel yang masih belum diketahui dalam peningkatan produktivitas waktu perakitan resistor. Selanjutnya dilakukan prediksi nilai optimal untuk meminimasi waktu perakitan resistor.

3.1 Prediksi Nilai Optimal

Selanjutnya merupakan prediksi dari nilai optimal variabel kebisingan, suhu dan pencahayaan. Berikut merupakan hasil prediksi nilai optimal dalam meminimasi waktu perakitan resistor.



Gambar 3. Hasil Prediksi Response Surface Methodology

Dari Gambar 3 diatas untuk dapat melakukan minimasi waktu perakitan resistor kebisingan yang optimal sebesar 72,72 dB, selanjutnya suhu optimal sebesar 24°C, dan pencahayaan optimal yang sesuai adalah 411,11 Lux. Ketiga variabel tersebut akan memberikan waktu perakitan resistor adalah sebesar 141 detik. Jika dibandingkan dengan data waktu respon terlama yang dilakukan dalam perakitan resistor maka terjadi penurunan sebesar 151% atau dari 355 detik menjadi 141 detik terjadi penurunan sebesar 241 detik.

Hasil yang diraih sama dengan penelitian sebelumnya dalam melakukan pencocokan warna resistor yang dilakukan selama 5 menit dengan menggunakan *response surface methodology* memberikan lingkungan kerja yang optimal kebisingan sebesar 60,5 dB,

Pencahayaan 354,5 lux dan temperature sebesar 25,8°C (Putra & Guritno, 2017). Percobaan lainnya yang dilakukan pada operator perakitan dengan menggunakan 2 variabel lingkungan kerja yaitu suhu dan pencahayaan menunjukkan bahwa suhu yang optimal untuk perakitan adalah 24°C dan pencahayaan yang baik adalah 700lux (Rosyidah et al., 2019).

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian lingkungan kerja fisik yang optimal dengan menggunakan *response surface methodology* agar meminimalkan waktu perakitan variabel yang berkombinasi yaitu kebisingan sebesar 72,73 dB, pencahayaan 411,11 lux, dan temperature 24°C. Kombinasi dari ketiga variabel tersebut diprediksi akan memberikan waktu perakitan sebesar 141 detik atau memberikan penurunan sebesar 151% penurunan dibandingkan dengan waktu perakitan terlama pada eksperimen ini.

Saran penelitian ini, eksperimen masih dilakukan dengan sederhana sehingga penelitian selanjutnya bisa memberikan pengujian yang lebih kompleks, selanjutnya rentang level dari setiap faktor bisa diperluas dan mempertimbangkan *learning curve* saat melakukan uji eksperimen.

Daftar Pustaka

- Aulia, D., Setyanto, N. W., & Yumiarti, R. (2013). Penentuan Setting Level optimal Lingkungan Kerjafisik Untuk Meningkatkan output produksi Rokok Dengan Metode Taguch. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Sistem Industri*, 114–121.
- Basri, I. Y., & Irfan, D. (2018). Komponen Elektronika. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(09).
- Faulina, R., Andari, S., & Anggraini, D. (2011). Response surface methodology (RSM) dan aplikasinya. *Magister of Statistics ITS*, 152–175.
- Fitriani, D., & Sudarwadi, D. (2018). *Lingkungan Kerja Fisik, Lingkungan Kerja Non Fisik dan Disiplin Kerja terhadap Kinerja Pegawai Guru SMK Negeri 1 Monokwari Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Papua, Indonesia*.
- Katabaro, J. M., & Yan, Y. (2019). Effects of Lighting Quality on Working Efficiency of Workers in Office Building in Tanzania. *Journal of Environmental and Public Health*. <https://doi.org/10.1155/2019/3476490>
- Kurniawan, I. S., & Cahyaningtyas, T. (2021). Peningkatan Produktivitas: Peran Kemampuan, Lingkungan, dan Motivasi Pada Azzahra Moslem Wear Yogyakarta. *Jurnal Produktivitas*, 8(2). <https://doi.org/10.29406/jpr.v8i2.2645>
- Mappaloteng, A. M., & Syahrul. (2015). Analisis Penerangan Pada Ruang Di Gedung Program Pascasarjana Unm Makassar. *Scientific Pinisi*, 1(1), 87–96.
- Pratiwi, I. (2013). *Pengaruh Pencahayaan, Kebisingan Dan Temperatur Terhadap Performansi Kerja. Nasional Conference on Applied Ergonomics*. 1–7.
- Puspita, H. D., & Septiani, A. (2018). Pengaruh Anthropometri Dan Lingkungan Fisik Kerja Pada Kecepatan Waktu Perakitan Otoped. *Infomatek*, 20(02), 117. <https://doi.org/10.23969/infomatek.v20i2>
- Putra, A., & Guritno, A. (2017). Penentuan Kondisi Lingkungan Kerja Fisik yang Optimal Menggunakan Metode Permukaan Respon. *Jurnal Sistem dan Manajemen Industri*, 1(1), 1. <https://doi.org/10.30656/jsmi.v1i1.156>
- Rosyidah, M., Oktarini, D., Madagaskar, & Azhari. (2019). Optimization Physical Environment Effects on Work Productivity for Assembly Operator with Response

Surface Methodology. *Journal of Physics: Conference Series*, 1198(4), 042004.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1198/4/042004>

Suprpto, Ni'mah, Yatim, L., & Ramadhan. (2019). *Pengantar Desain Eksperimen Menggunakan Python*. CV Budi Utama.