

Redesain Lingkungan Kerja dengan Pendekatan Mikroklimatik Ergonomi untuk Menurunkan Kelelahan Kerja dan Meningkatkan *Output* Produksi di Masa Pandemic Covid 19

Sajiyo*¹, Muslimin Abdulrahim², Tasya Febrinda Ardika Putri³, dan Sharhani Qisthinaningtyas⁴

Teknik Industri, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Surabaya, Indonesia

*¹sajiyo@untag-sby.ac.id, ²muslimin@untag-sby.ac.id,

³tasya@gmail.com, ⁴saharhanityas6@gmail.com

OPEN ACCESS

Citation: Sajiyo, Muslimin Abdulrahim, Tasya Febrinda Ardika Putri, dan Sharhani Qisthinaningtyas. 2022. Redesain Lingkungan Kerja dengan Pendekatan Mikroklimatik Ergonomi untuk Menurunkan Kelelahan Kerja dan Meningkatkan *Output* Produksi di Masa Pandemic Covid 19. *Journal of Research and Technology* Vol. 8 No. 1 Juni 2022: Page 53–64.

Abstract

Fatigue is a system of protection against physical damage due to excessive activity, but is sometimes considered a negative factor, which affects work efficiency. Fatigue has an impact on performance. If the level of fatigue is high, it will cause a decrease in productivity, so that the production output target is not achieved. Work productivity is influenced by ergonomic working conditions. An ergonomic work environment is indicated by microclimatic conditions that comply with ergonomic standards. To create an ergonomic work environment, it is necessary to pay attention to microclimate which include: air temperature, air humidity, air circulation, and lighting (light intensity). For this reason, it is necessary to conduct research on "Redesigning the Work Environment with a Microclimate Ergonomics Approach to Reduce Work Fatigue and Increase Production Output During the Covid-19 Pandemic Period. The results of this study are the comparison of the results of microclimate measurements, measurements of worker conditions, measurement of the impact on the workspace in the old and new workspaces. So that the results of this study can help cigarette entrepreneurs, especially the home industry (home industry) in an effort to reduce work fatigue, and increase production output.

Keywords: Ergonomics, Fatigue, Microclimate, Production Output.

Abstrak

Kelelahan merupakan sistem perlindungan terhadap kerusakan fisik akibat dari aktivitas yang berlebihan, namun kadang dianggap sebagai faktor negatif, yang berpengaruh terhadap penurunan efisiensi kerja. Kelelahan mempunyai dampak terhadap kinerja. Jika tingkat kelelahan tinggi akan menyebabkan penurunan terhadap produktivitas, sehingga

target output produksi tidak tercapai. Produktivitas kerja dipengaruhi oleh kondisi lingkungan kerja yang ergonomis. Lingkungan kerja yang ergonomis ditunjukkan oleh kondisi mikroklimatik yang sesuai dengan standar ergonomi. Untuk menciptakan lingkungan kerja yang ergonomis perlu diperhatikan mikroklimatik yang meliputi: suhu udara, kelembaban udara, sirkulasi udara, dan penerangan (intensitas cahaya). Untuk itu perlu dilakukan penelitian tentang "Redesain Lingkungan Kerja dengan Pendekatan Mikroklimatik Ergonomi untuk Menurunkan Kelelahan Kerja dan Meningkatkan Output Produksi pada Masa Pandemi Covid '19. Hasil dari penelitian ini adalah komparasi hasil pengukuran mikroklimat, pengukuran kondisi pekerja, pengukuran dampak pada ruang kerja pada ruang kerja lama dan baru. Sehingga hasil penelitian ini dapat membantu pengusaha rokok, terutama industri rumah tangga (home industry) dalam upaya menurunkan kelelahan kerja, dan meningkatkan output produksi.

Kata Kunci: *Ergonomi, Kelelahan, Mikroklimatik, Output Produksi.*

1. Pendahuluan

Industri merupakan penyumbang terbesar terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) Indonesia Tahun 2019, dengan kontribusi sebesar 19,62%, jauh lebih tinggi dari sektor perdagangan, pertanian, konstruksi, dan pertambangan. Badan Pusat Statistik (BPS) mencatat bahwa selama bulan Februari Tahun 2020 menunjukkan bahwa nilai impor dari semua golongan barang turun, impor bahan konsumsi turun 39,91%, impor bahan baku turun 15,89%, dan impor barang modal turun 18,03%. Penurunan tersebut disebabkan oleh adanya pembatasan terhadap segala bentuk aktivitas di luar rumah demi mencegah penyebaran COVID-19. Walaupun pemerintah menjamin segala kebutuhan harian (sembako) tetap terjaga, namun kegamangan masyarakat atas keganasan COVID-19 mempunyai dampak yang signifikan terhadap aktivitas industri di Indonesia (<https://www.akseleran.co.id/blog/dampak-corona>).

Untuk menjaga kelangsungan hidup dunia industri pada masa *pandemic* Covid '19 perlu dilakukan upaya pencegahan terhadap penularan Covid '19 dengan cara terus menerus, penerapan protokol keselamatan, penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja, dan upaya-upaya kreatif lain untuk meningkatkan derajat kesehatan pekerja, sehingga di era *pandemic covid '19*, karyawan tetap bisa meningkatkan kinerjanya. Peningkatan kinerja diharapkan dapat menurunkan beban kerja, meningkatkan derajat kesehatan karyawan. Pulat (1992) menyatakan bahwa kinerja akan meningkat bila pekerja dapat memanfaatkan tenaga dengan efektif, mengatur gerak kerja dan menggunakan metode kerja secara ergonomis. Sajiyo (2006) menyatakan bahwa faktor penting yang dapat meningkatkan kinerja adalah lingkungan kerja yang ergonomis. Untuk itu perlu diciptakan mikroklimatik ruang kerja yang ergonomis,

terutama kondisi mikroklimatik dalam ruangan kerja. Untuk itu, pada penelitian ini dilakukan redesain ruang kerja dengan pendekatan mikroklimatik ergonomi.

Identifikasi masalah dalam penelitian ini didasarkan pada aspek kondisi lingkungan yang dipengaruhi oleh mikroklimatik ergonomi, kemudian dilakukan analisis terhadap suhu udara, kelembaban udara, kecepatan udara, dan pencahayaan, serta pengaruhnya terhadap kelelahan kerja, beban kerja, dan *output* produksi.

2. Metode Penelitian

Ergonomi berasal dari kata *Ergon* yang berarti kerja, dan *Nomos* yang berarti hukum, sehingga ergonomi merupakan hukum kerja atau aturan-aturan kerja, atau tata cara untuk melakukan sebuah pekerjaan. Pengertian ergonomi menurut beberapa ahli berbeda-beda, walaupun mempunyai makna yang sama, seperti dijelaskan sebagai berikut: (1) Menurut Sajjiyo (2008), ergonomi adalah keseimbangan interaksi kumulatif antara pekerja (*man*), alat kerja (*machine*), sistem kerja (*system*), dan lingkungan kerja (*environment*) untuk menciptakan suasana kerja yang aman, Nyaman, Sehat, dan Efisien (ANSE). Yang perlu diperhatikan dalam menciptakan sistem kerja yang ergonomis adalah 4 (empat) komponen utama ergonomi yaitu: *Man, Machine, System, and Environment* (MMSE). (2) Menurut Pulat (1992), ergonomi berasal dari kata *Ergon* yang berarti kerja, dan *Nomos* yang berarti aturan. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa ergonomi adalah aturan-aturan, untuk melakukan aktivitas kerja. (3) Menurut Bridger (1995), ergonomi adalah merupakan studi tentang sistem manusia, fasilitas kerja, dan lingkungan kerja yang saling berinteraksi dengan tujuan utama penyesuaian antara suasana kerja dengan pekerja. (4) Menurut Pulat (1992), ergonomi adalah studi dan pengukuran aktifitas kerja, yang terkait dengan anatomi, antropometri, fisiologi, biomekanik dan karakteristik-karakteristik yang berhubungan dengan manusia.

Kelelahan berfungsi untuk melindungi kerusakan fisik akibat dari aktivitas kerja yang berlebihan. Pengertian kelelahan menurut beberapa ahli berbeda-beda, walaupun mempunyai makna yang hampir sama, seperti dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Menurut Pulat (1992), kelelahan terjadi akibat berkurangnya cadangan energi dan meningkatnya sisa metabolisme yang menyebabkan hilangnya efisiensi otot, atau terjadinya perubahan kimia pada sel otot, menimbulkan rangsangan yang disalurkan melalui saraf sensoris ke otak yang kemudian disebut kelelahan otot.
- 2) Menurut Pulat (1992), kelelahan adalah suatu pola yang timbul pada suatu keadaan dimana pekerja tidak sanggup lagi untuk melakukan aktivitas kerja secara proporsional.
- 3) Menurut Pheasant (1991), kelelahan pada dasarnya adalah kehilangan efisiensi, penurunan kapasitas kerja dan ketahanan tubuh. Perasaan lelah sebenarnya merupakan perlindungan dari keterbatasan kemampuan fisik untuk menghindari kerusakan fisik, dan gangguan psikologis lebih lanjut. Disamping itu kelelahan berfungsi untuk memberi peringatan agar pekerja beristirahat.

Pada umumnya kelelahan kerja dibagi menjadi 2 (dua) yaitu: 1) Kelelahan fisik yang timbul karena perubahan fisiologis atau hilangnya secara temporer kapasitas fisik akibat dari perangsangan secara terus menerus (Adiputra, 1998); dan 2) Kelelahan mental merupakan

kelelahan semu, yang timbul hanya dalam perasaan dan terlihat dalam tingkah lakunya, atau pendapat-pendapatnya yang tidak konsisten, (Corlett, 1983).

Menurut Corlett (1983), kelelahan disebabkan oleh tanggung jawab, kekhawatiran, dan konflik. Menurut Grandjean (2000), kelelahan disebabkan oleh: problem mental (psikis), problem fisik, dan problem lingkungan. Proses terjadinya kelelahan fisik adalah terkumpulnya produk sisa metabolisme dalam otot dan peredaran darah, yang membatasi kelangsungan aktivitas otot, sehingga orang menjadi tidak sanggup lagi melakukan aktivitas kerja secara proporsional. Proses terjadinya kelelahan mental adalah ketika sistem penggerak (*formation reticular*) lebih kuat dari pada sistem penghambat (*thalamus*) di dalam otak. Ketidakseimbangan tersebut menyebabkan mental tidak mampu melakukan aktivitas secara proporsional, walaupun sebenarnya secara fisik masih mampu (Pulat, 1992).

Pengukuran kelelahan kerja secara obyektif dengan cara mengukur Peningkatan Denyut Nadi Kerja (PDNK) dalam satuan prosentase (%) (Astrand & Rodahl, 1986 dan Stellman, 1998). Denyut Nadi Istirahat (DNI) diukur dengan Metode Palpasi 10 denyut pada Persamaan 1 (Sajiyo, 2019):

$$DNI = \frac{10}{W_{pi}} \times 60 \quad (1)$$

Dimana: DNI = Denyut Nadi Istirahat, W_{pi} = Waktu Pengamtan Denyut Nadi Istirahat. Denyut Nadi Kerja (DNK) diukur dengan Metode Palpasi 10 denyut. Peningkatan DNK dapat dihitung dengan Persamaan 2.

$$DNK = \frac{10}{W_{pk}} \times 60 \quad (2)$$

Dimana: DNK = Denyut Nadi Kerja, W_{pk} = Waktu Pengukuran Denyut Nadi Kerja. Peningkatan denyut nadi kerja (PDNK) dihitung dengan Persamaan 3.

$$PDNK = \frac{DNK - DNI}{DM - DNI} \times 100\% \quad (3)$$

Dimana : PDNK = Peningkatan Denyut Nadi Kerja, DNK = Denyut Nadi Kerja, DNI = Denyut Nadi Istirahat, dan DM = Denyut Nadi Maksimum. Denyut nadi maksimum untuk laki-laki = (220 – Umur, perempuan = (200 – Umur). Dari hasil perhitungan tersebut kemudian dibandingkan dengan Tabel 1.

Tabel 1. Kategori Kelelahan Denyut Nadi Kerja (PNDK)

PDNK (%)	Tingkat Kelelahan
≤ 30	Tidak Lelah
> 30 - 60	Agak Lelah
> 60 - 80	Lelah
> 80 - 100	Sangat Lelah
> 100	Ekstrim Lelah

Sumber: Adiputra, 1998

Disamping kategori tersebut, kelelahan juga dapat diukur berdasarkan denyut nadi pemulihan, apabila waktu yang diperlukan pemulihan denyut nadi ke normal >5 menit setelah bekerja, menunjukkan bahwa pekerja dalam kondisi kelelahan (Adiputra, 1998b dan Sena, 2000).

Pengukuran kelelahan kerja secara subyektif, dilakukan dengan cara memberikan kuesioner 30 item gejala kelelahan kepada subyek untuk dijawab. Jika subyek menjawab A = 4 berarti sangat lelah, B = 3 berarti lelah, C = 2 berarti agak lelah, dan D = 1 berarti tidak lelah. Kriteria tingkat kelelahan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kategori Kelelahan

No	Rerata Jawaban Kuesioner	Tingkat Kelelahan
1	≤ 1,5	Tidak lelah
2	> 1,5 – 2,0	Agak lelah
3	> 2,0 – 3,0	Lelah
4	> 3,0	Sangat lelah

Sumber: Adiputra, 1998b

Kelelahan akibat kerja diatur secara sentral oleh saraf pusat. Hal tersebut merupakan mekanisme perlindungan tubuh, agar tubuh terhindar dari kerusakan lebih lanjut, sehingga terjadi pemulihan setelah istirahat (Adiputra, 2000).

Produktivitas kerja mempunyai kaitan yang erat dengan keuntungan perusahaan, sehingga setiap upaya peningkatan produktivitas kerja pada umumnya bertujuan untuk meningkatkan keuntungan perusahaan. Produktivitas kerja secara umum dipengaruhi oleh 4 (empat) faktor yaitu: (1) Tenaga kerja yang memiliki Pendidikan dan ketrampilan, memiliki kemampuan dan kemauan, bekerja dengan sikap kerja ergonomis, disiplin dan sehat; (2) Peralatan kerja yang sesuai dengan antropometri pekerja; (3) Sistem kerja yang fleksibel dan ergonomis; dan (4) Lingkungan kerja yang mempunyai pengaruh terhadap motivasi dan peningkatan kinerja, untuk itu diperlukan kondisi mikroklimatik ergonomi (Sajiyo, 2008).

Produktivitas kerja adalah perbandingan langsung antara hasil kerja (*output*) dengan sumber daya yang digunakan untuk mendapatkan *output* tersebut (Manuaba, 1992). Untuk itu dalam mencapai produktivitas kerja perlu memperhatikan hal-hal yang mempengaruhi sumber daya. Salah satu faktor penting dalam meningkatkan kinerja untuk mencapai produktivitas adalah kondisi mikroklimatik ergonomi. Peningkatan produktivitas dapat dilihat dari beberapa indikator yaitu: (1) Produktivitas meningkat jika *out-put* naik, *in-put* tetap, (2) Produktivitas meningkat jika *out-put* tetap *in-put* menurun, (3) Produktivitas meningkat jika *in-put* meningkat kecil tetapi diikuti dengan peningkatan *out-put* yang lebih besar, (4) Produktivitas meningkat jika *out-put* naik tapi *in-put* turun, peningkatan produktivitas jenis yang ke-4 itu adalah sebaik-baiknya peningkatan produktivitas (Sajiyo, 2017).

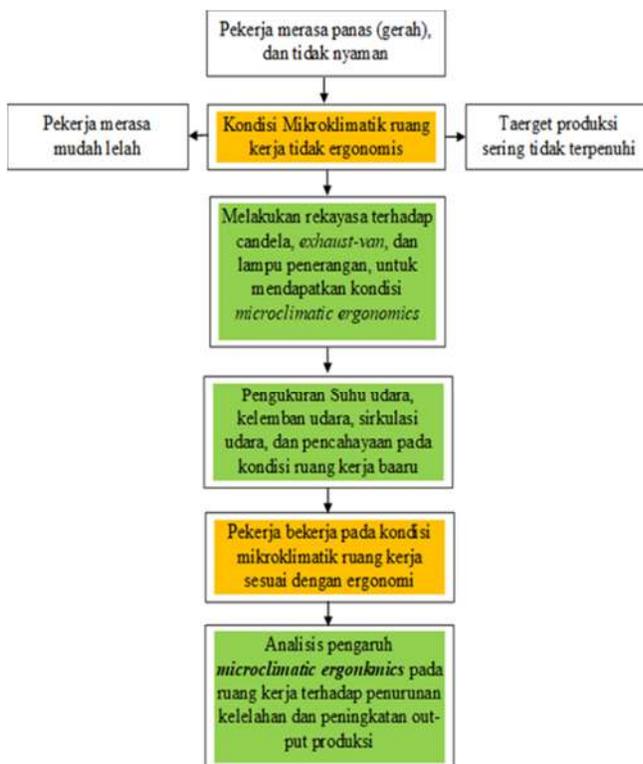
Secara matematis produktivitas dapat dilihat pada Persamaan 4.

$$P = \frac{Out-Put}{In-Put} \times 100\% \quad (4)$$

Dimana: P = Produktivitas kerja, *Out-Put* = Besaran luaran (Jumlah produksi), *In-Put* = Besaran Sumber daya (Jumlah Tenaga Kerja)

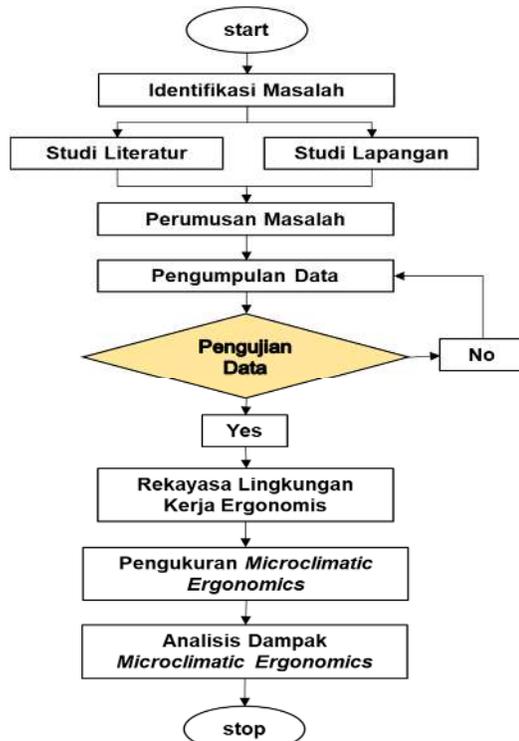
Langkah-langkah penelitian ini bertolak dari kondisi empiris bahwa lingkungan kerja pada ruang kerja Tukang Giling Sigaret Kretek Tangan (SKT) tidak ergonomis. Yang menjadi dasar pemikiran dalam perumusan hipotesis penelitian ini adalah: (a) Suhu udara dalam ruangan kerja cukup panas, (b) Kelembaban udara tinggi, (c) Sirkulasi udara yang tidak lancar, dan (d) Pencahayaan yang kurang. Yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah: (1) Penurunan kelelahan, dan (2) Penurunan gangguan muskuloskeletal. Pendekatan mikroklimatik ergonomi dalam melakukan beberapa hal antara lain: (a) Intervensi terhadap pemenuhan jendela dan *exhaust-van* untuk mengkondisikan sirkulasi udara, agar suhu udara dan kelembaban udara terkontrol, (b) Intervensi terhadap pemenuhan kebutuhan lampu, agar pencahayaan dalam ruang kerja terkendali sesuai dengan kebutuhan.

Setelah memperhatikan latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, dan kerangka berpikir, untuk mempermudah pemahaman dalam proses penelitian dibuatlah bagan kerangka konsep penelitian seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Berpikir Penelitian

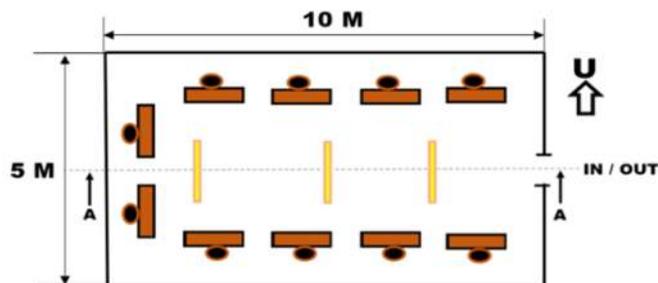
Untuk memahami urutan atau langkah-langkah yang dilakukan dalam proses penelitian dibuatlah bagan penelitian atau *flow chart* seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagan Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Ruang kerja Tukang Giling SKT yang lama berbentuk empat persegi panjang, luas 50 m², dengan ukuran panjang (P) = 10 m, dan lebar (L) = 5 m, Tinggi = 3 m. seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Desain Ruang Kerja Lama

Keterangan Gambar 3:

- 1) Pintu = 1 (satu) buah di sebelah timur, yang berfungsi sebagai pintu masuk dan keluar (*in/out*),
- 2) Jendela = 2 (dua) buah, terletak di tengah-tengah sisi utara dan selatan,
- 3) Lampu neon = 3 (tiga) buah masing-masing 40 watt, terletak berjajar di tengah-tengah ruang kerja

membujur ke timur – barat, 4) Meja dan kursi = 10 (sepuluh) set, 4 (empat) set berada di sebelah utara, 4 (empat) set berada di sebelah selatan, dan 2 (dua) set berada di sebelah barat. Hasil dan luaran penelitian yang dicapai pada tahap 1 adalah pengukuran mikroklimat dan dampak dari mikroklimat pada ruang kerja yang lama, meliputi: (1) Pengukuran suhu udara, (2) Pengukuran Kelembaban Udara, (3) Pengukuran Kecepatan Udara, (4) Pengukuran Intensitas Cahaya, (5) Pengukuran Denyut Nadi, (6) Pengukuran *Out-Put* Produksi.

Hasil pengukuran mikroklimat pada ruang kerja lama adalah sebagai berikut:

1. Suhu udara pada ruang kerja lama, rata-rata = 30,95°C, standar suhu udara yang ergonomis pada musim dingin (hujan) = 20-24°C, standar suhu udara yang ergonomis pada musim panas (kemarau) = 23-26°C, sehingga dapat disimpulkan bahwa suhu udara ruangan kerja Tukang Giling SKT lama tidak ergonomis.
2. Kelembaban udara pada ruang kerja lama, rata-rata = 57,15%, standar kelembaban udara yang ergonomis pada musim dingin (hujan) = 40-50%, standar kelembaban udara yang ergonomis pada musim panas (kemarau) = 40-60%, sehingga dapat disimpulkan bahwa kelembaban udara ruangan kerja Tukang Giling SKT lama tidak ergonomis.
3. Kecepatan udara pada ruang kerja lama, rata-rata = 0,11 M/Dt, standar kecepatan udara yang ergonomis pada musim dingin (hujan) minimal = 0,15 M/Dt, standar kecepatan udara udara yang ergonomis pada musim panas (kemarau) minimal = 0,25 M/Dt, sehingga dapat disimpulkan bahwa kecepatan udara ruangan kerja Tukang Giling SKT lama tidak ergonomis
4. Intensitas cahaya pada ruang kerja lama, rata-rata = 243,40 Lux, standar intensitas cahaya yang ergonomis untuk tempat kerja dengan tingkat ketelitian rendah = 80-170 Lux, standar intensitas cahaya untuk tempat kerja dengan tingkat ketelitian sedang = 170-350 Lux, standar intensitas cahaya untuk tempat kerja dengan tingkat ketelitian tinggi = 350-700 Lux. Dapat disimpulkan bahwa intensitas cahaya dalam ruang kerja Tukang Giling SKT lama, hanya ergonomis untuk pekerjaan dengan tingkat ketelitian sedang, dan tidak ergonomis untuk pekerjaan dengan tingkat ketelitian rendah dan tinggi, padahal pada ruang kerja tersebut ada jenis pekerjaan "*Quality Control*" yang merupakan pekerjaan dengan tingkat ketelitian tinggi.
5. Denyut nadi pada ruang kerja lama didapatkan hasil sebagai berikut: Rata-rata Denyut Nadi Istirahat (DNI) = 84,9 D/Mt, Rata-rata Denyut Nadi Kerja (DNK) = 140,76 D/Mt, termasuk beban kerja sedang.

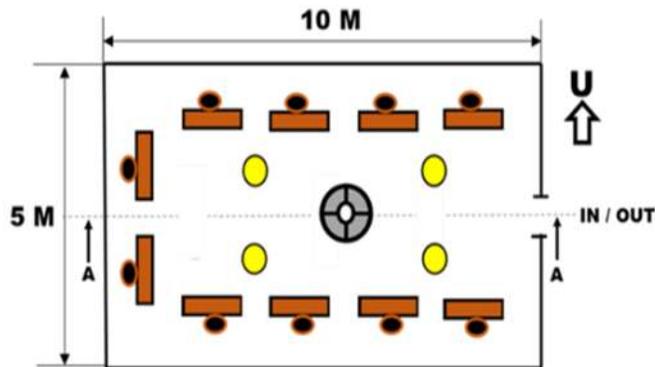
Umur rata-rata responden adalah 46,5, dan semua responden adalah wanita, maka denyut nadi maksimal (DM) = (200 – Rata-umur) = 200 - 46,5 = 135,5 D/Mt. PNDK dihitung dengan menggunakan Persamaan 3 dan diperoleh hasil:

$$\begin{aligned} \text{PNDK} &= \frac{(\text{DNK}-\text{DNI})}{(\text{DM}-\text{DNI})} \times 100\% = \frac{(140,6-84,8)}{(135,5-84,8)} \times 100\% \\ &= \frac{(55,8)}{(50,7)} \times 100\% = 110,06\% \end{aligned}$$

Jadi PNDK = 76,8%, termasuk kategori tingkat kelelahan tinggi.

6. Jumlah *out-put* produksi saat pekerja bekerja pada ruang kerja lama adalah sebagai berikut: (1) Jumlah rata-rata *out-put* produksi untuk 10 karyawan adalah 28.350 batang/hari atau setiap karyawan adalah 2.835, sedangkan target produksi adalah rata-rata 30.000 batang/hari, atau rata-rata target individu tiap karyawan adalah 3.000 batang/hari.

Ruang kerja Tukang Giling SKT yang baru berbentuk empat persegi panjang dengan dimensi luas 50 m², dengan ukuran panjang (P) = 10 m, dan lebar (L) = 5 m, Tinggi = 3,5 m seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Desain Ruang Kerja Baru

Keterangan Gambar 4:

- 1) Pintu = 1 buah di sebelah timur, yang berfungsi sebagai pintu masuk dan keluar (*in/out*), 2) Jendela = 4 buah, 2 terletak di sisi utara, dan 2 buah terletak di sisi selatan, 3) Lampu led = 4 buah @ 18 watt, 2 terletak di sisi utara, dan 2 terletak di sisi selatan, 4) Kipas Angin 12" = 1 buah, terletak di tengah-tengah atap (plafon) ruangan kerja, 5) Ventilasi = 4 buah, 2 terletak di sisi utara, dan 2 terletak di sisi selatan, 6) *Exhaust Fan* = 2 buah, 1 terletak di sisi utara, dan 1 terletak di sisi selatan, 7) Meja dan kursi = 10 set, 4 set terletak di sebelah utara, 4 set terletak di sebelah selatan, dan 2 set terletak di sebelah barat.

Hasil dan luaran penelitian yang dicapai pada tahap 1 adalah pengukuran mikroklimat dan dampak dari mikroklimat pada ruang kerja yang lama, meliputi: (1) Pengukuran suhu udara, (2) Pengukuran kelembaban udara, (3) Pengukuran kecepatan udara, (4) Pengukuran intensitas cahaya, (5) Pengukuran denyut nadi, (6) Pengukuran *out-put* produksi. Hasil pengukuran mikroklimat pada ruang kerja baru adalah sebagai berikut:

1. Suhu udara pada ruang kerja baru, rata-rata = 24,75°C, standar suhu udara yang ergonomis pada musim dingin (hujan) = 20-24°C, standar suhu udara yang ergonomis pada musim panas (kemarau) = 23-26°C. Sehingga **suhu udara ruang kerja baru memenuhi standar ergonomi.**
2. Kelembaban udara pada ruang kerja baru, rata-rata = 49,20%, standar kelembaban udara yang ergonomis pada musim dingin (hujan) = 40-50%, standar kelembaban udara yang ergonomis pada musim panas (kemarau) = 40-60%.
3. Kecepatan udara pada ruang kerja baru, rata-rata = 0,16 M/Dt, standar kecepatan udara yang ergonomis pada musim dingin (hujan) minimal = 0,15 M/Dt, standar kecepatan udara udara

yang ergonomis pada musim panas (kemarau) minimal = 0,25 M/Dt. Sehingga **kecepatan udara ruangan kerja baru memenuhi standar ergonomi.**

4. Intensitas cahaya pada ruang kerja baru, rata-rata = 358,15 Lux, standar intensitas cahaya yang ergonomis untuk tempat kerja dengan tingkat ketelitian rendah = 80-170 Lux, standar intensitas cahaya untuk tempat kerja dengan tingkat ketelitian sedang = 170-350 Lux, standar intensitas cahaya untuk tempat kerja dengan tingkat ketelitian tinggi = 350-700 Lux. Sehingga **intensitas cahaya dalam ruang kerja baru memenuhi standar ergonomis** untuk pekerjaan dengan tingkat ketelitian sedang, maupun pada pekerjaan dengan tingkat ketelitian tinggi.
5. Denyut nadi pada ruang kerja baru didapatkan hasil sebagai berikut: Rata-rata Denyut Nadi Istirahat (DNI) = 82,5 D/Mt, Rata-rata Denyut Nadi Kerja (DNK) = 124,7 D/Mt, termasuk beban kerja ringan. Jadi redesain ruang kerja dengan pendekatan mikroklimatik ergonomi dapat menurunkan beban kerja dari kategori **beban kerja berat** menjadi kategori **beban kerja ringan**. Dengan umur rata-rata responden adalah 46,5, dan semua responden adalah wanita, maka denyut nadi maksimal (DM) adalah = (200 – Rata-umur) = 200-46,5 = 135,5 D/Mt. Sehingga PNDK yang dihitung dengan menggunakan Persamaan 3 menghasilkan:

$$PNDK = \frac{(DNK-DNI)}{(DM-DNI)} \times 100\% = \frac{(124,7-82,5)}{(135,5-82,5)} \times 100\% = \frac{(42,2)}{(83)} \times 100\% = 50,84\%$$

PNDK = 50,84%, termasuk kategori tingkat kelelahan rendah. Jadi redesain ruangan kerja dengan pendekatan mikroklimatik ergonomi dapat menurunkan kelelahan kerja dari **kategori kelelahan tinggi** menjadi **kategori kelelahan rendah**.

6. Jumlah *out-put* produksi setelah pekerja bekerja pada ruang kerja baru untuk 10 karyawan adalah 30.530 batang/hari, atau secara individu *out-put* produksi rata-rata tiap karyawan adalah 3.053 batang/hari. Target produksi untuk 10 karyawan adalah 30.000 batang/hari, atau 3.000 batang/hari/ karyawan terlampaui. Jadi redesain ruangan kerja dengan pendekatan mikroklimatik ergonomi dapat **meningkatkan out-put produksi: 9,34%** (dari rata-rata 17.010 batang/hari menjadi 18.318 batang/hari).

Luaran wajib yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah: (1) Desain ruang kerja dengan pendekatan mikroklimatik ergonomi, (2) Hasil analisis mikroklimatik dan dampaknya pada ruang kerja lama, (3) Hasil analisis mikroklimatik dan dampaknya pada ruang kerja baru, dan (4) Publikasi Jurnal Ilmiah di Jurnal Nasional terindeks Sinta 3 pada *Journal of Research and Technology*. Setelah melaksanakan penelitian ini akan membuat Buku Ajar untuk Mata Kuliah Ergonomi dan Perancangan Sistem Kerja, sebagai luaran tambahan dari penelitian ini

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini yaitu:

1. Hasil pengukuran mikroklimat pada ruang kerja lama: (a) suhu udara rata-rata dalam ruangan kerja adalah 30,95°C, suhu udara ini terlalu panas, standar mikroklimatik ergonomi

- tentang suhu udara dalam ruangan kerja adalah untuk musim dingin (hujan) adalah 20-24°C, untuk musim panas (kemarau) adalah 23-26°C, (b) kelembaban udara = 57,15%, kelembaban udara ini terlalu tinggi, standar mikoklimatik ergonomi tentang kelembaban udara di dalam ruangan kerja untuk musim dingin (hujan) adalah 40-50% untuk musim panas (kemarau) adalah 40-60%, (c) kecepatan udara = 0,11 meter/detik, kecepatan angin ini terlalu rendah, standar mikoklimatik ergonomi tentang kecepatan angin dalam ruangan kerja pada musim dingin (hujan) adalah 0,15 meter/detik, pada musim panas (kemarau) adalah 0,25 meter/detik, (d) intensitas cahaya = 343,40 Lux, intensitas cahaya ini cukup untuk pekerjaan yang tingkat ketelitiannya rendah hingga sedang, jika untuk jenis pekerjaan yang memerlukan tingkat ketelitian tinggi kurang terang, padahal di dalam ruangan tersebut ada pekerjaan *quality control* yang merupakan jenis pekerjaan yang memerlukan tingkat ketelitian tinggi.
2. Hasil pengukuran mikroklimat pada ruang kerja baru: (a) suhu udara rata-rata dalam ruangan kerja adalah 24,75°C, suhu udara ini cukup ergonomis, karena sesuai dengan standar mikoklimatik ergonomi tentang suhu udara dalam ruangan kerja adalah untuk musim dingin (hujan) adalah 20-24°C, untuk musim panas (kemarau) adalah 23-26°C, (b) kelembaban udara adalah 49,20%, kelembaban udara ini cukup ergonomis, karena sesuai dengan standar mikoklimatik ergonomi tentang kelembaban udara di dalam ruangan kerja untuk musim dingin (hujan) adalah 40-50% untuk musim panas (kemarau) adalah 40-60%, (c) kecepatan udara adalah 0,16 meter/detik, kecepatan angin ini cukup ergonomis, karena sesuai dengan standar mikoklimatik ergonomi tentang kecepatan angin dalam ruangan kerja pada musim dingin (hujan) adalah 0,15 meter/detik, pada musim panas (kemarau) adalah 0,25 meter/detik, (d) intensitas cahaya adalah 358,15 Lux, intensitas cahaya ini cukup ergonomis untuk pekerjaan yang membutuhkan tingkat ketelitian tinggi.
 3. Hasil pengukuran kondisi pekerja pada ruang kerja lama: (a) denyut nadi istirahat (DNI) = 88,9 denyut/menit, (b) denyut nadi kerja (DNK) = 124,7 denyut/menit, dan (c) Peningkatan denyut nadi kerja (PNDK) = 110,06%. Berdasarkan hasil analisa denyut nadi kerja (DNK) tersebut, berarti pekerja diindikasikan merasakan beban kerja berat, dan mengalami kelelahan tinggi.
 4. Hasil pengukuran kondisi pekerja pada ruang kerja baru: (a) denyut nadi istirahat (DNI) = 82,5 denyut/menit, (b) denyut nadi kerja (DNK) = 124,7 denyut/menit, dan (c) Peningkatan denyut nadi kerja (PNDK) = 50,84%. Berdasarkan hasil analisa denyut nadi kerja (DNK) tersebut, berarti pekerja diindikasikan merasakan beban kerja **sedang**, dan mengalami kelelahan **sedang**.
 5. Hasil pengukuran dampak pada ruang kerja lama: (a) dampak terhadap beban kerja, pekerja merasakan beban kerja **berat**, (b) dampak terhadap kelelahan kerja, pekerja merasakan tingkat kelelahan kerja **tinggi**, dan (c) dampak terhadap *output* produksi, rata-rata *output* produksi = **2.739** batang/orang/hari, hal ini tidak memenuhi target yang diharapkan adalah minimal **3.000** batang/orang/hari.
 6. Hasil pengukuran dampak pada ruang kerja baru: (a) dampak terhadap beban kerja, pekerja merasakan beban kerja **sedang**, (b) dampak terhadap kelelahan kerja, pekerja merasakan

tingkat kelelahan kerja **sedang**, dan (c) dampak terhadap *output* produksi, rata-rata *output* produksi adalah 3.035 batang/orang/hari, hal ini telah memenuhi target yang diharapkan adalah minimal **3.000** batang/orang/hari, bahkan melebihi target hingga 1,17% (35 batang/hari/karyawan).

DAFTAR PUSTAKA

- Adiputra, N. 1998, Metodologi Ergonomi. Program Studi Ergonomi dan Fisiologi Kerja, Program Pascasarjana Universitas Udayana.
- Astrand, P.O and Rodahl, K. 1986. *The Physiology of Work*. Third Edition. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Barnes, R.S. 1980. *Motion and Time Study Design and Measurement of Work*. New York: John Willey & Sons.
- Bridger, R.S. 1995. *Introduction to Ergonomics*. New York: McGraw-Hill. Inc. Book Company
- Corlet, E.N. 1983. *Evaluation of Human Work. A Practical Ergonomics Methodology*. Taylor & Francis. London New York Philadelphia.
- Grandjean, E. 2000. *Fitting the Task to the Man, A Textbook of Occupational Ergonomics*. 5th Edition. Taylor & Francis Inc. London.
- <https://www.akseleran.co.id/blog/dampak-corona> diakses pada 02 Mei 2021.
- Manuaba, A. 1992, Pengaruh Ergonomi Terhadap Produktivitas Tenaga Kerja. Makalah Seminar Produktivitas Tenaga Kerja. Jakarta, 30 Januari 1992.
- Pulat, B.M. 1992. *Fundamentals of Industrial Ergonomics*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Sajiyo, 2006. Masalah Masalah yang Timbul Akibat Desain Kerja yang Tidak Ergonomis (Hasil Penelitian Pendahuluan pada Industri Rokok X di Jawa Timur).
- Sajiyo, 2008. *Redesign of Work Place and System with Ergonomic Intervention Improves the Performance of the SKT (Hasnd Rolled Cigarette) Rollers at Cigarette Industry “X” in Kediri East Java*. Indonesian Journal of Biomedical Science 3 (1), 224797. 2008.
- Sajiyo, 2017. *Redesign of Environmental Work with Ergonomic Intervention Reduce Fatigue and Increase Out-put*. ADRI International Journal of Industrial Engineering 1 (1), 14 – 16, 2017.
- Sajiyo, 2019. *Development of Biomechanics Methods for Ergonomic Evaluation: Comparison with RULA and SES Methods*. International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IMJET) 10 (3), 2019.