

Table Of Content

Journal Cover	2
Author[s] Statement	3
Editorial Team	4
Article information	5
Check this article update (crossmark)	5
Check this article impact	5
Cite this article	5
Title page	6
Article Title	6
Author information	6
Abstract	6
Article content	7

ISSN (ONLINE) 2598-9936



INDONESIAN JOURNAL OF INNOVATION STUDIES
PUBLISHED BY
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO

Originality Statement

The author[s] declare that this article is their own work and to the best of their knowledge it contains no materials previously published or written by another person, or substantial proportions of material which have been accepted for the published of any other published materials, except where due acknowledgement is made in the article. Any contribution made to the research by others, with whom author[s] have work, is explicitly acknowledged in the article.

Conflict of Interest Statement

The author[s] declare that this article was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright Statement

Copyright © Author(s). This article is published under the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0) licence. Anyone may reproduce, distribute, translate and create derivative works of this article (for both commercial and non-commercial purposes), subject to full attribution to the original publication and authors. The full terms of this licence may be seen at <http://creativecommons.org/licences/by/4.0/legalcode>

Indonesian Journal of Innovation Studies

Vol. 25 No. 2 (2024): April

DOI: DOI 10.21070/ijins.v25i2.1125 . Article type: (Innovation in Industrial Engineering)

EDITORIAL TEAM

Editor in Chief

Dr. Hindarto, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Managing Editor

Mochammad Tanzil Multazam, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Editors

Fika Megawati, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Mahardika Darmawan Kusuma Wardana, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Wiwit Wahyu Wijayanti, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Farkhod Abdurakhmonov, Silk Road International Tourism University, Uzbekistan

Bobur Sobirov, Samarkand Institute of Economics and Service, Uzbekistan

Evi Rinata, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

M Faisal Amir, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Dr. Hana Catur Wahyuni, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Complete list of editorial team ([link](#))

Complete list of indexing services for this journal ([link](#))

How to submit to this journal ([link](#))

Article information

Check this article update (crossmark)



Check this article impact (*)



Save this article to Mendeley



(*) Time for indexing process is various, depends on indexing database platform

Optimizing Work Efficiency by Addressing Operator Fatigue Concerns

Mengoptimalkan Efisiensi Kerja dengan Mengatasi Masalah Kelelahan Operator

Mochamad Sofwan Agil, mochamadsofwan@umsida.ac.id, (0)

*Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo
[<https://ror.org/017hvkd88>], Indonesia*

Boy Isma Putra, boy@umsida.ac.id, (1)

*Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo
[<https://ror.org/017hvkd88>], Indonesia*

⁽¹⁾ Corresponding author

Abstract

The study conducted at PT. Tjiwi Kimia aimed to assess the fatigue criteria and mental load experienced by production operators of cartoon box in the context of the company's 3-shift operation. Using the Bourdon Wiersma method for fatigue evaluation and the NASA TLX method for mental load analysis, findings revealed varying levels of fatigue and mental burden across different shifts. Notably, the morning shift exhibited "Good enough" speed fatigue but "Doubtful" accuracy fatigue, while the night shift showed "Enough" consistency fatigue. Furthermore, the mental burden was highest during the night shift, categorized as "High." These findings underscore the importance of addressing shift-related fatigue and mental load in industrial settings. Recommendations for implementing 3-shift rotations with weekends off and providing short breaks reflect potential strategies to mitigate worker fatigue and improve overall well-being. Future research could explore additional factors influencing worker fatigue and mental load, such as ergonomic interventions or technological advancements in production processes.

Highlight:

Shift Work Effects: Assessing fatigue and mental load in industrial settings.
Evaluation Methods: Bourdon Wiersma and NASA TLX for worker analysis.
Improvement Suggestions: Implementing 3-shift rotations and providing breaks.

Keyword: Fatigue, Mental Load, Production Operators, Shift Work, Industrial Setting

Published date: 2024-04-18 00:00:00

Pendahuluan

Kegiatan industri tidak terlepas dari *shift* kerja, *shift* kerja adalah suatu cara mengorganisasikan kerja untuk mencapai produktivitas kerja sebagai pemenuhan tuntutan pelanggan [3]. *Shift* kerja biasa terbagi menjadi tiga bagian yaitu pagi, sore dan malam. Jam kerja yang baik dalam 7 hari ialah sekitar 40 sampai 48 jam yang dibagi menjadi 5 dan 6 hari kerja. 30 menit menjadi jumlah maksimal untuk tambahan jam [4]. Kelelahan bahkan beban mental dapat terjadi pada pekerja apabila penerapan *shift* kerja tidak baik dan jam kerja melebihi batas yang sudah ditentukan. Kelelahan secara nyata dapat mempengaruhi kesehatan tenaga kerja dan dapat menurunkan produktivitas [5], beban kerja yang tidak optimal akan menimbulkan stress sedangkan beban kerja sedikit membuat jenuh [6]. Masalah ini sering dijumpai pada tempat kerja yang menerapkan jam kerja *shift* yang kurang tepat seperti pergantian *shift* kerja tidak tepat dan pengaturan *shift* kerja yang terlalu panjang atau pendek.

PT. Tjiwi Kimia merupakan perusahaan yang memproduksi produk berbahan kertas seperti kertas, amplop, kardus dan karton. Pada produksi *cartoon box* menerapkan 3 *shift* kerja dengan putaran 2-2-2 yang artinya 2 hari *shift* pagi, 2 hari *shift* siang, 2 hari *shift* malam dan 2 hari libur, lama kerja 7 jam dengan 1 jam istirahat. Kelelahan kerja dapat terjadi dari faktor internal seperti waktu kerja yang berlebihan, istirahat kurang, kerja malam, usia, umur dan gizi [7] dan faktor eksternal seperti suhu, kebisingan dan pencahayaan [8]. Sedangkan penyebab beban mental yaitu jenis pekerjaan, situasi kerja dan kurang motivasi [9]. Dari identifikasi di lapangan, karena putaran *shift* tersebut dan beban mental berupa tekanan dari atasan serta target produksi berdampak pada jam tidur operator kurang teratur, konsentrasi kerja menurun dan delay mesin saat mengganti material produksi.

Pada penelitian terdahulu yang sudah dilakukan, penelitian tersebut dilakukan pada perusahaan manufaktur yang menerapkan 2 *shift* yang mengakibatkan adanya timbul kelelahan pada operator khususnya di bagian pemecahan agregat. Metode yang digunakan ialah *Bourdon Wiersma* dengan hasil yang diperoleh dari analisis sistem kerja ini adalah *shift* 1 dan *shift* 2 memiliki tingkat kelelahan yang tidak sama [1]. Penelitian mengenai beban mental kerja juga dilakukan, penelitian tersebut merupakan perusahaan bergerak dibidang remanufacturing komponen-komponen alat berat di Indonesia. Penelitian ini menggunakan pendekatan NASA TLX untuk menentukan nilai beban kerja mental pada Bagian General Over Houl (GOH) di PT. Universal Techno Reksa Jaya. [9]. Pada penelitian tersebut hanya sampai pada tahap pengukuran beban mental dan merekomendasikan penambahan SDM di bagian *Section General Over Houl* (GOH) agar dapat membagi *jobs desk* pekerjaan.

Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui kelelahan tingkat kecepatan, ketelitian dan konstansi tertinggi pada operator produksi *cartoon box*, mengetahui kategori beban mental kerja tertinggi pada operator produksi *cartoon box* tiap *shift* kerja, dan merekomendasikan putaran *shift* kerja yang baik. Untuk mendapatkan hasil tersebut diperlukan metode *Bourdon Wiersma* sebagai alat ukur tingkat kelelahan pada pekerjaan yang membutuhkan konstansi, kecepatan dan ketelitian tingkat tinggi dan untuk memperlambat kelelahan pekerja bagian produksi [10] dan NASA-TLX (*National Aeronautics and Space Administration Task Load Index*) yang digunakan untuk mengukur beban kerja mental dengan mempertimbangkan enam skala yaitu KM (kebutuhan Mental), KF (Kebutuhan Fisik, (KW (Kebutuhan Waktu), P (Performansi), TF (Tingkat Frustrasi) dan TU (Tingkat Usaha) [11], sehingga dapat mengetahui kelelahan dan beban kerja pada operator produksi akibat *shift* kerja serta melakukan perbaikan guna meningkatkan produktivitas kinerja operator dengan melakukan motivasi sebagai penunjang semangat kerja serta fasilitas olahraga dan *ice breaking games* digunakan sebagai bentuk hiburan untuk menjaga kebugaran staf. [9] dan memberi saran putaran *shift* kerja yang baik.

Metode

Pada penelitian ini menggunakan metode *Bourdon Wiersma* sebagai alat ukur kelelahan tingkat ketelitian, kecepatan, dan konstansi, dan metode NASA TLX untuk menganalisis beban mental. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh operator mesin produksi *cartoon box* sebanyak 44 orang yang terdiri dari 4 grup masing-masing grup 11 orang. Sample diambil menggunakan teknik *probability sampling* yaitu pengambilan sampel secara acak karena populasi bersifat homogen [12] sebanyak 33 orang, 11 orang setiap *shift*.

Bourdon Wiersma ialah metode yang digunakan untuk mengevaluasi dan menganalisis kelelahan pekerja berdasarkan ketelitian, kecepatan dan konstansi pekerjaannya [1]. Ada tiga langkah dalam perhitungan interpretasi menggunakan rumus tes *Bourdon Wiersma*. [8], ialah:

Kecepatan kerja yaitu kemampuan untuk menjalankan suatu kegiatan secara berulang serta berhubungan dalam waktu yang sesingkat mungkin. Rumus perhitungan kecepatan pada tes *Bourdon Wiersma* sebagai berikut:

$$\text{Kecepatan} = \sum fx/N \quad (1)$$

Sumber: [13]

Keterangan:

X: Waktu terendah-tertinggi

F: Frekuensi tiap-tiap kecepatan

fX: Jumlah frekuensi kecepatan

N: Jumlah baris

Ketelitian dapat meningkatkan kerapian, kecermatan dan keakuratan pekerjaan seseorang. Untuk menghitung ketelitian diperiksa setiap baris kelompok 4 titik yang dilewati atau salah mencoret yang bukan kelompok 4 titik. Yang dipakai adalah waktu dari baris ke 3 sampai dengan baris ke 27, sehingga jumlahnya 25 baris.

1. Kecepatan kerja
2. Ketelitian kerja
3. Konstansi kerja

Konstansi artinya tidak terjadi perubahan secara terus menerus dalam waktu yang sama. Yang berarti perbedaan semakin kecil maka konstansi pekerjaan tambah tinggi atau sebaiknya. Rumus perhitungan konstansi pada tes *Bourdon Wiersma* sebagai berikut:

$$\text{Konstansi} = \frac{\sum fx^2}{\text{Kecepatan} (2)}$$

Sumber: [13]

Keterangan:

x: Deviasi/ X - M

Fx²: (x) deviasi x Fx

Peralatan yang diperlukan untuk melakukan tes *Bourdon Wiersma* yaitu:

1. Form pengerjaan tes *Bourdon Wiersma* yang terdiri dari kelompok titik-titik dari 3 sampai 5 titik (satu baris berisi 20 kelompok titik-titik dan semuanya berjumlah 30 baris). Contoh tes *Boudon Wiersma* :

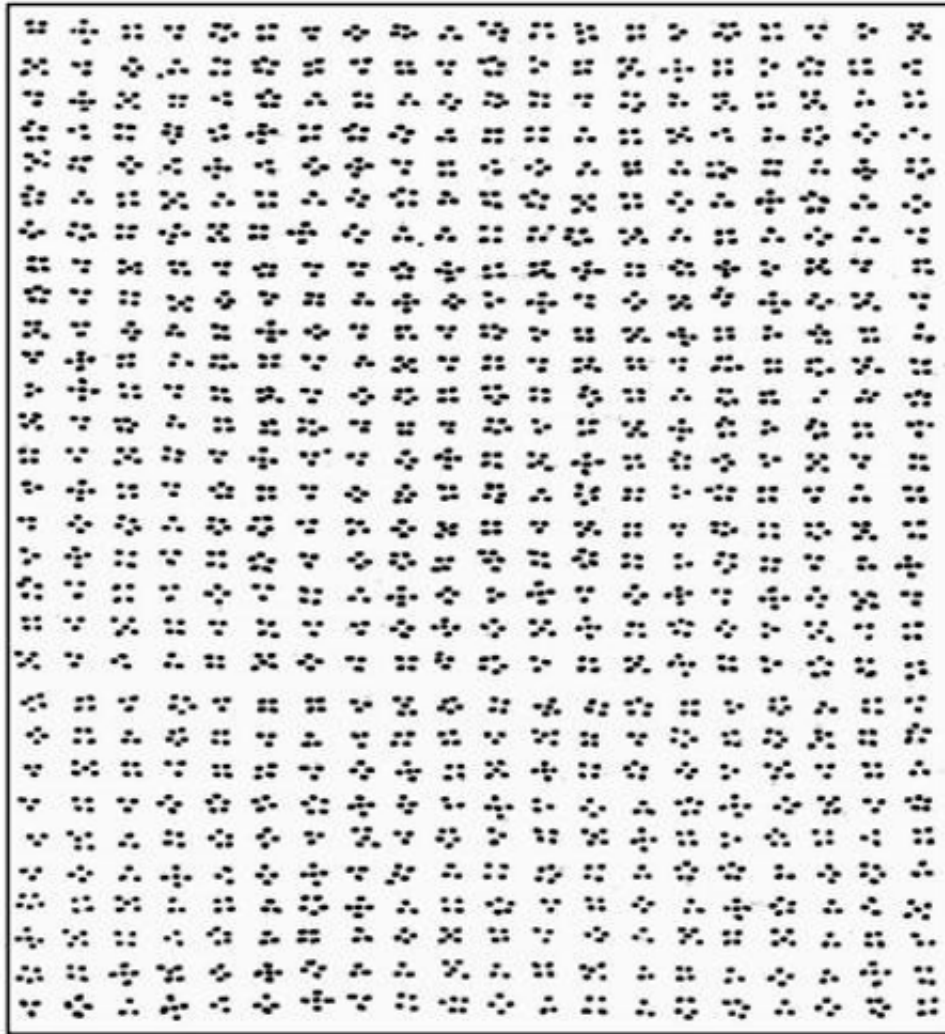


Figure 1. Form Tes Bourdon Wiersma

2. Form pencatatan waktu pengerjaan, pensil dan stopwatch

3. Tabel skala penilaian tes Bourdon Wiersma

Kecepatan	Ketelitian	Konstansi	Nilai	WS	Kriteria
-	-	-	-	15-20	-
0-9,6	1	0-1,9	9	14	Baik
9,7-10,4	2	2-2,6	8,5	13	Cukup Baik
10,5-11,1	3	2,7-3,2	8	12	Cukup Baik
11,2-11,8	2-5	3,3-3,8	7,5	11	Cukup
11,9-12,6	6-7	3,9-4,5	7	10,5	Cukup
12,7-13,5	8-9	4,6-5,4	6,5	10	Cukup
13,6-14,6	10-12	5,5-6,7	6	9	Cukup
14,7-16,0	13-16	6,8-8,6	5,5	8	Ragu-Ragu
16,1-17,8	17-22	8,7-11,3	5	7,5	Ragu-Ragu
17,9-20,0	23-31	11,4-15,0	4,5	7	Ragu-Ragu
20,1-22,6	32-43	15,1-20,1	4	6,5	Kurang
22,7-25,4	44-58	20,2-25,9	3,5	6	Kurang
25,5-up	59-up	26,0-up	3	5	Kurang
-	0-2	0-5	Kurang		

Table 1. Skala Penilaian Tes Bourdon Wiersma

Sumber: [13]

Metode NASA TLX dapat dipakai untuk menganalisis beban kerja mental yang dihadapi oleh pekerja yang harus melaksanakan berbagai kegiatan dalam pekerjaannya [2]. Metode ini memiliki kelebihan yang mencakup enam skala indikator dalam pengukurannya, yaitu KM (kebutuhan Mental), KF (Kebutuhan Fisik), KW (Kebutuhan Waktu), P (Performansi), TF (Tingkat Frustrasi) dan TU (Tingkat Usaha) [14]. Dalam pengukuran beban kerja mental dengan menggunakan metode NASA TLX, langkah - langkah sebagai berikut [9]:

a. Pembobotan, yaitu memilih 15 indikasi yang mendominasi untuk setiap pasangan berdasarkan keadaan masing-masing responden.

Kebutuhan Waktu ATAU Kebutuhan Mental	Tingkat Usaha ATAU Tingkat Frustrasi	Tingkat Frustrasi ATAU Kebutuhan Waktu
Kebutuhan Fisik ATAU Kebutuhan Mental	Performansi ATAU Kebutuhan Fisik	Tingkat Usaha ATAU Kebutuhan Waktu
Tingkat Usaha ATAU Kebutuhan Mental	Tingkat Frustrasi ATAU Kebutuhan Waktu	Tingkat Frustrasi ATAU Peformansi
Performansi ATAU Kebutuhan Mental	Tingkat Usaha ATAU Kebutuhan Fisik	Tingkat Usaha ATAU Performansi
Performansi ATAU Kebutuhan Fisik	Tingkat Frustrasi ATAU Kebutuhan Mental	Kebutuhan waktu ATAU Kebutuhan Fisik

Figure 2. Perbandingan Berpasangan Dari Metode Nasa TLX

b. Penentuan rating dengan pengisian kuesioner 6 indikator secara subjektif melalui beban mental yang dirasakan masing-masing responden, Contoh :

Mental Demand (MD)

Seberapa besar usaha mental yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan ini?

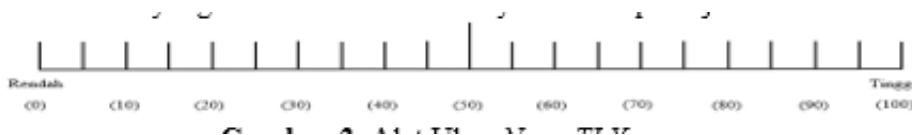


Figure 3. Alat Ukur Nasa TLX

c. Menghitung nilai *Weighted Workload (WWL)* = bobot x rating[15]

d. Menghitung rata-rata WWL dengan cara membagi WWL dengan jumlah total bobot sebanyak 15. Rata-rata WWL = WWL/15

e. Penentuan penilaian beban kerja, penilaian beban kerja memiliki kategori 5 tingkatan.

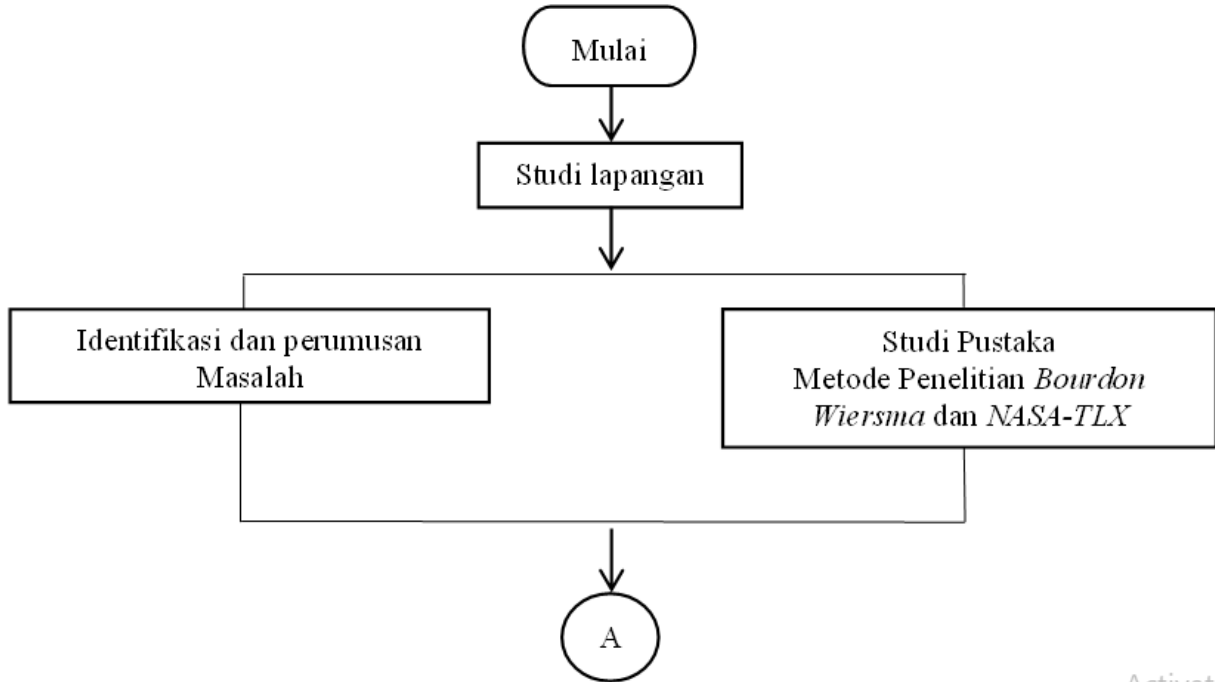
No	Kategori	Skala Interval

1	Rendah	0-9
2	Sedang	10-29
3	Agak Tinggi	30-49
4	Tinggi	50-79
5	Sangat Tinggi	80-100

Table 2. kategori penilaian beban kerja

Sumber: [9]

Berikut diagram alir dari penelitian ini :



Activate W

Figure 4. Diagram Alir Penelitian

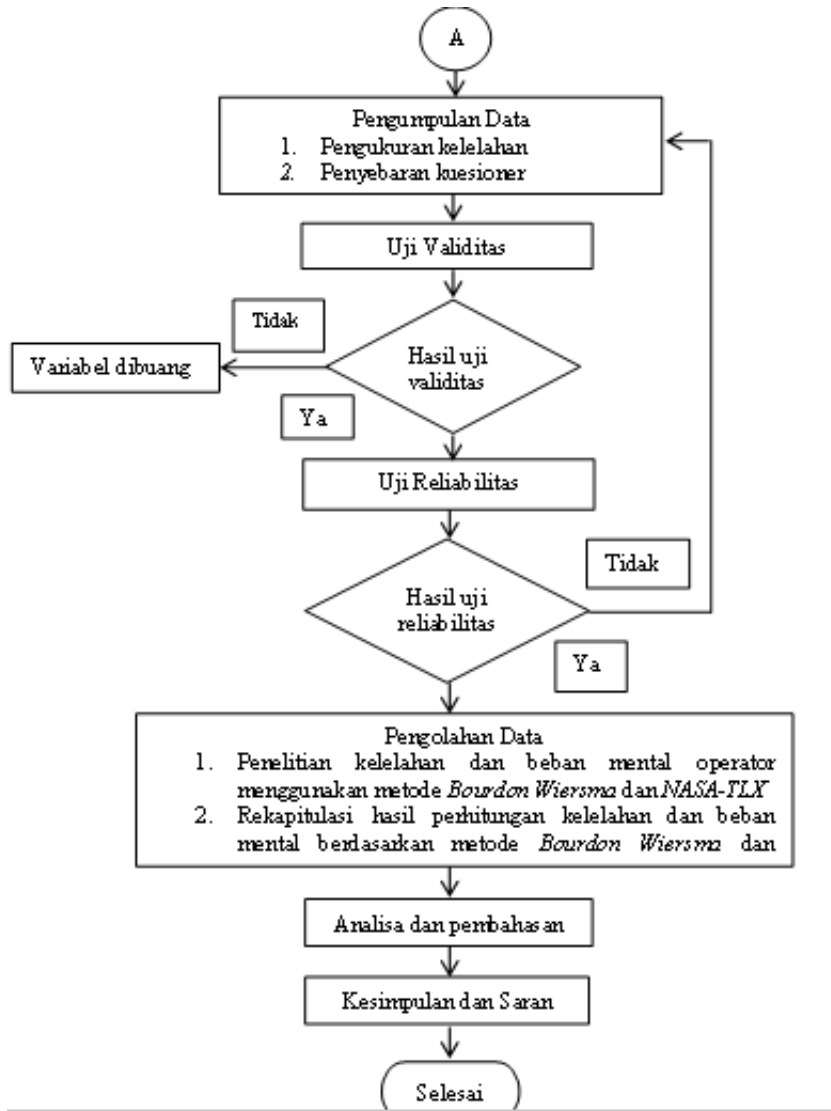


Figure 5. Diagram Alir Penelitian

Hasil dan Pembahasan

A. Hasil Skala Penilaian Tes Bourdon Wiersma

Hasil skala penilaian tes Bourdon Wiersma menggunakan tabel interpretasi kuantitatif. Hasil ini diperoleh dari nilai kecepatan, ketelitian dan konstansi operator produksi yang kriteria didapatkan berdasarkan skala dari 0-9 (kolom nilai) dan skor standar yang dipakai yaitu Weight Scores (WS) 0- 20.

1. Hasil Skala Penilaian Tes Bourdon Wiersma Tingkat Kecepatan

Penilaian Tes Bourdon Wiersma tingkat kecepatan dilakukan setelah semua data kecepatan pada shift pagi, sore dan malam diperoleh, selanjutnya dilakukan penilaian berdasarkan kriteria.

No	Responden	Bagian	Kecepatan (detik)	Nilai	WS	Kriteria
1	Bagas	Carrugating A1	10	8,5	13	Cukup Baik
2	Dedik	Carrugating A2	10,9	8	12	Cukup Baik
3	Nicko	Carrugating B1	10,2	8,5	13	Cukup Baik
4	Siswanto	Carrugating B2	10,5	8	12	Cukup Baik
5	Panut	Double maker	11,1	8	12	Cukup Baik

6	Daniel	Mesin potong A	10,8	8	12	Cukup Baik
7	Supri	Mesin potong B	12	7	10,5	Cukup
8	Kholiq	Mesin steker	10,6	8	12	Cukup Baik
9	Rio	Mesin flexo A	11,7	7,5	11	Cukup
10	Haris	Mesin flexo B	12,3	7	10,5	Cukup
11	Ngadiono	Mesin Flexo C	11,3	7,5	11	Cukup
rata-rata			11	8	12	Cukup Baik

Table 3. Penilaian Kecepatan Tes Bourdon Wiersma Shift Pagi

Hasil rata-rata kecepatan mengerjakan tes *Bourdon Wiersma* operator produksi *cartoon box shift* pagi adalah 11 detik dengan nilai 8. Berdasarkan standar *Weight Scores* (WS) diketahui bahwa kecepatan kerja operator produksi *shift* pagi adalah 12 dengan kriteria “Cukup baik”.

No	Responden	Bagian	Kecepatan (detik)	Nilai	WS	Kriteria
1	Derry	Carrugating A1	9,7	8,5	13	Cukup Baik
2	Agus	Carrugating A2	9,5	9	14	Baik
3	Aziz	Carrugating B1	9,0	9	14	Baik
4	Imam	Carrugating B2	8,6	9	14	Baik
5	Fuad	Double maker	8,7	9	14	Baik
6	Samiadi	Mesin potong A	9,6	9	14	Baik
7	Yono	Mesin potong B	9,1	9	14	Baik
8	Aldi	Mesin steker	9,6	9	14	Baik
9	Pai	Mesin flexo A	9,2	9	14	Baik
10	Zainal	Mesin flexo B	8,5	9	14	Baik
11	Jainuri	Mesin Flexo C	8,2	9	14	Baik
rata-rata			9,1	9	14	Baik

Table 4. Penilaian Kecepatan Tes Bourdon Wiersma Shift Sore

Hasil rata-rata kecepatan mengerjakan tes *Bourdon Wiersma* operator produksi *cartoon box shift* sore adalah 9,1 detik dengan nilai 9. Berdasarkan standar *Weight Scores* (WS) diketahui bahwa kecepatan kerja operator produksi *shift* sore adalah 14 dengan kriteria “Baik”.

No	Responden	Bagian	Kecepatan (detik)	Nilai	WS	Kriteria
1	Wahyudi	Carrugating A1	9,6	9	14	Baik
2	Suyono	Carrugating A2	9,8	8,5	13	Cukup Baik
3	Ferry	Carrugating B1	8,3	9	14	Baik
4	Riono	Carrugating B2	10,8	8	12	Cukup Baik
5	Alan	Double maker	9,1	9	14	Baik
6	Sunar	Mesin potong A	9,9	8,5	13	Cukup Baik
7	Samsul	Mesin potong B	10,2	8,5	13	Cukup Baik
8	Gofur	Mesin steker	11,2	7,5	11	Cukup
9	Bisri	Mesin flexo A	10,4	8,5	13	Cukup Baik
10	Anton	Mesin flexo B	11,5	7,5	11	Cukup
11	Sueb	Mesin Flexo C	11,8	7,5	11	Cukup
rata-rata			10,2	8,5	13	Cukup Baik

Table 5. Penilaian Kecepatan Tes Bourdon Wiersma Shift Malam

Hasil rata-rata kecepatan mengerjakan tes *Bourdon Wiersma* operator produksi *cartoon box shift* malam adalah 10,2 detik dengan nilai 8,5. Berdasarkan standar *Weight Scores* (WS) diketahui bahwa kecepatan kerja operator produksi *shift* malam adalah 13 dengan kriteria “Cukup Baik”.

2. Hasil Skala Penilaian Tes Bourdon Wiersma Tingkat Ketelitian

Penilaian Tes *Bourdon Wiersma* Tingkat Ketelitian dilakukan setelah semua data rekapitulasi ketelitian pada shift pagi, sore dan malam diperoleh, selanjutnya dilakukan penilaian berdasarkan kriteria

No	Responden	Bagian	Ketelitian	Nilai	WS	Kriteria
1	Bagas	Carrugating A1	19	5	7,5	Ragu-ragu
2	Dedik	Carrugating A2	20	5	7,5	Ragu-ragu
3	Nicko	Carrugating B1	18	5	7,5	Ragu-ragu
4	Siswanto	Carrugating B2	17	5	7,5	Ragu-ragu
5	Panut	Double maker	16	5,5	8	Ragu-ragu
6	Daniel	Mesin potong A	22	5	7,5	Ragu-ragu
7	Supri	Mesin potong B	13	5,5	8	Ragu-ragu
8	Kholiq	Mesin steker	20	5	7,5	Ragu-ragu
9	Rio	Mesin flexo A	18	5	7,5	Ragu-ragu
10	Haris	Mesin flexo B	13	5,5	8	Ragu-ragu
11	Ngadiono	Mesin Flexo C	19	5	7,5	Ragu-ragu
rata-rata			18	5	7,5	Ragu-ragu

Table 6. Penilaian Tingkat Ketelitian Tes *Bourdon Wiersma* Shift Pagi

Hasil rata-rata tingkat ketelitian *shift* pagi pada operator produksi *cartoon box* saat mengerjakan tes *Bourdon Wiersma* adalah 18 yang artinya rata-rata operator produksi *shift* pagi melakukan jumlah kesalahan dalam tes *Bourdon Wiersma* sebanyak 18 dengan nilai 5. Berdasarkan standar *Weight Scores* (WS) diketahui bahwa ketelitian kerja operator produksi *shift* pagi adalah 7,5 dengan kriteria "Ragu-ragu".

No	Responden	Bagian	Ketelitian	Nilai	WS	Kriteria
1	Derry	Carrugating A1	21	5	7,5	Ragu-ragu
2	Agus	Carrugating A2	19	5	7,5	Ragu-ragu
3	Aziz	Carrugating B1	11	6	9	Cukup
4	Imam	Carrugating B2	20	5	7,5	Ragu-ragu
5	Fuad	Double maker	13	5,5	8	Ragu-ragu
6	Samjadi	Mesin potong A	14	5,5	8	Ragu-ragu
7	Yono	Mesin potong B	15	5,5	8	Ragu-ragu
8	Aldi	Mesin steker	17	5	7,5	Ragu-ragu
9	Pai	Mesin flexo A	12	6	9	Cukup
10	Zainal	Mesin flexo B	18	5	7,5	Ragu-ragu
11	Jainuri	Mesin Flexo C	12	6	9	Cukup
rata-rata			16	5,5	8	Ragu-ragu

Table 7. Penilaian Tingkat Ketelitian Tes *Bourdon Wiersma* Shift Sore

Hasil rata-rata tingkat ketelitian *shift* sore pada operator produksi *cartoon box* saat mengerjakan tes *Bourdon Wiersma* adalah 16 yang artinya rata-rata operator produksi *shift* sore melakukan jumlah kesalahan dalam tes *Bourdon Wiersma* sebanyak 16 dengan nilai 5,5. Berdasarkan standar *Weight Scores* (WS) diketahui bahwa ketelitian kerja operator produksi *shift* sore adalah 8 dengan kriteria "Ragu-ragu".

No	Responden	Bagian	Ketelitian	Nilai	WS	Kriteria
1	Wahyudi	Carrugating A1	19	5	7,5	Ragu-ragu
2	Suyono	Carrugating A2	24	4,5	7	Ragu-ragu
3	Ferry	Carrugating B1	18	5	7,5	Ragu-ragu
4	Riono	Carrugating B2	21	5	7,5	Ragu-ragu
5	Alan	Double maker	16	5,5	8	Ragu-ragu
6	Sunar	Mesin potong A	22	5	7,5	Ragu-ragu
7	Samsul	Mesin potong B	17	5	7,5	Ragu-ragu
8	Gofur	Mesin steker	10	6	9	Cukup
9	Bisri	Mesin flexo A	20	5	7,5	Ragu-ragu
10	Anton	Mesin flexo B	13	5,5	8	Ragu-ragu

11	Sueb	Mesin Flexo C	7	7	7,5	Cukup
rata-rata			17	5	7,5	Ragu-ragu

Table 8. Penilaian Tingkat Ketelitian Tes Bourdon Wiersma Shift Malam

Hasil rata-rata tingkat ketelitian *shift* malam pada operator produksi *cartoon box* saat mengerjakan tes *Bourdon Wiersma* adalah 17 yang artinya rata-rata operator produksi *shift* malam melakukan jumlah kesalahan dalam tes *Bourdon Wiersma* sebanyak 17 dengan nilai 5. Berdasarkan standar *Weight Scores* (WS) diketahui bahwa ketelitian kerja operator produksi *shift* malam adalah 7,5 dengan kriteria “Ragu-ragu”.

3. Hasil Skala Penilaian Tes Bourdon Wiersma Tingkat Konstansi

Penilaian tes *Bourdon Wiersma* tingkat konstansi dilakukan setelah semua data rekapitulasi konstansi pada shift pagi, sore dan malam diperoleh, selanjutnya dilakukan penilaian berdasarkan kriteria.

No	Responden	Bagian	Konstansi	Nilai	WS	Kriteria
1	Bagas	Carrugating A1	7,7	5,5	8	Ragu-ragu
2	Dedik	Carrugating A2	7,7	5,5	8	Ragu-ragu
3	Nicko	Carrugating B1	8,8	5	7,5	Ragu-ragu
4	Siswanto	Carrugating B2	8	5,5	8	Ragu-ragu
5	Panut	Double maker	7	5,5	8	Ragu-ragu
6	Daniel	Mesin potong A	4,9	6,5	10	Cukup
7	Supri	Mesin potong B	6,4	6	9	Cukup
8	Kholiq	Mesin steker	5,3	6,5	10	Cukup
9	Rio	Mesin flexo A	5,4	6,5	10	Cukup
10	Haris	Mesin flexo B	4	7	10,5	Cukup
11	Ngadiono	Mesin Flexo C	3,3	7,5	11	Cukup
rata-rata			6,2	6	9	Cukup

Table 9. Penilaian Tingkat Konstansi Tes Bourdon Wiersma Shift Pagi

Hasil rata-rata tingkat konstansi *shift* pagi pada operator produksi *cartoon box* saat mengerjakan tes *Bourdon Wiersma* adalah 6,2 dengan nilai 6. Berdasarkan standar *Weight Scores* (WS) diketahui bahwa konstansi kerja operator produksi *shift* pagi adalah 9 dengan kriteria “Cukup”.

No	Responden	Bagian	Konstansi	Nilai	WS	Kriteria
1	Derry	Carrugating A1	10	5	7,5	Ragu-ragu
2	Agus	Carrugating A2	9,5	5	7,5	Ragu-ragu
3	Aziz	Carrugating B1	8,4	5,5	8	Ragu-ragu
4	Imam	Carrugating B2	6,1	6	9	Cukup
5	Fuad	Double maker	4,9	6,5	10	Cukup
6	Samiadi	Mesin potong A	7,4	5,5	8	Ragu-ragu
7	Yono	Mesin potong B	7,1	5,5	8	Ragu-ragu
8	Aldi	Mesin steker	4,8	6,5	10	Cukup
9	Pai	Mesin flexo A	5,9	6	9	Cukup
10	Zainal	Mesin flexo B	3,1	8	12	Cukup Baik
11	Jainuri	Mesin Flexo C	2,7	8	12	Cukup Baik
rata-rata			6,4	6	9	Cukup

Table 10. Penilaian Tingkat Konstansi Tes Bourdon Wiersma Shift Sore

Hasil rata-rata tingkat konstansi *shift* sore pada operator produksi *cartoon box* saat mengerjakan tes *Bourdon Wiersma* adalah 6,4 dengan nilai 6. Berdasarkan standar *Weight Scores* (WS) diketahui bahwa konstansi kerja operator produksi *shift* sore adalah 9 dengan kriteria “Cukup”.

No	Responden	Bagian	Konstansi	Nilai	WS	Kriteria
1	Wahyudi	Carrugating A1	7,1	5,5	8	Ragu-ragu
2	Suyono	Carrugating A2	6	6	9	Cukup

3	Ferry	Carrugating B1	4,7	6,5	10	Cukup
4	Riono	Carrugating B2	7,7	5,5	8	Ragu-ragu
5	Alan	Double maker	6	6	9	Cukup
6	Sunar	Mesin potong A	7	5,5	8	Ragu-ragu
7	Samsul	Mesin potong B	8,4	5,5	8	Ragu-ragu
8	Gofur	Mesin steker	7,7	5,5	8	Ragu-ragu
9	Bisri	Mesin flexo A	7,1	5,5	8	Ragu-ragu
10	Anton	Mesin flexo B	7,3	5,5	8	Ragu-ragu
11	Sueb	Mesin Flexo C	4,5	7	10,5	Cukup
rata-rata			6,7	6	9	Cukup

Table 11. Penilaian Tingkat Konstansi Tes Bourdon Wiersma Shift Malam

Hasil rata-rata tingkat konstansi *shift* malam pada operator *cartoon box* produksi saat mengerjakan tes *Bourdon Wiersma* adalah 6,7 dengan nilai 6. Berdasarkan standar *Weight Scores* (WS) diketahui bahwa konstansi kerja operator produksi *shift* malam adalah 9 dengan kriteria "Cukup".

B. Hasil Perhitungan Skor Nasa TLX

Pendekatan NASA TLX digunakan untuk menentukan beban mental kerja operator produksi. Tahap pertama yang dikerjakan adalah menentukan hasil total dari setiap aspek beban mental yang didapatkan berdasarkan perkalian *rating* dan bobot. Semua nilai dari aspek beban kerja mental tersebut lalu dijumlahkan agar memperoleh *WWL* (*weighted work load*). Nilai *WWL* dibagi 15 untuk memperoleh skor terakhir. Gabungan dari keenam pasangan aspek beban kerja mental diperoleh nilai 15.

Tabel 12. Perhitungan Skor Nasa TLX Shift Pagi

No	Nama	Bagian	Aspek	Bobot	Rating	Bobot x Rating	Wwl	Skor	Kategori Beban Kerja
1	Bagas	Corrugating	KM	4	60	240	990	66	Tinggi
KF	3	70	210						
KW	0	30	0						
P	2	40	80						
TF	1	60	60						
TU	5	80	400						
2	Dedik	Corrugating	KM	4	70	280	1.070	71	Tinggi
KF	5	80	400						
KW	0	20	0						
P	1	50	50						
TF	2	65	130						
TU	3	70	210						
3	Nicko	Corrugating	KM	2	80	160	975	65	Tinggi
KF	3	75	225						
KW	2	40	80						
P	2	30	60						
TF	2	65	130						
TU	4	80	320						
4	Siswanto	Corrugating	KM	3	60	180	940	63	Tinggi
KF	5	70	350						
KW	1	30	30						
P	1	40	40						
TF	1	60	60						

TU	4	70	280						
5	Panut	Double maker	KM	3	80	240	1.110	74	Tinggi
KF	4	70	280						
KW	4	80	320						
P	0	20	0						
TF	2	70	140						
TU	2	65	130						
6	Daniel	Mesin Potong	KM	3	80	240	1.075	72	Tinggi
KF	1	70	70						
KW	4	90	360						
P	4	55	220						
TF	1	45	45						
TU	2	70	140						
7	Supri	Mesin Potong	KM	3	85	255	1.120	75	Tinggi
KF	2	75	150						
KW	4	85	340						
P	3	55	165						
TF	1	60	60						
TU	2	75	150						
8	Kholiq	Steker	KM	0	70	70	1.270	85	Sangat Tinggi
KF	2	80	80						
KW	5	90	90						
P	4	85	85						
TF	2	75	75						
TU	2	85	85						
9	Rio	Flexo	KM	2	70	140	1.175	78	Tinggi
KF	5	70	350						
KW	4	90	360						
P	0	35	0						
TF	3	85	255						
TU	1	70	70						
10	Haris	Flexo	KM	4	85	340	1.180	79	Tinggi
KF	0	75	0						
KW	4	80	320						
P	2	50	100						
TF	2	90	180						
TU	3	80	240						
11	Ngadion	Flexo	KM	1	70	70	1.250	83	Sangat Tinggi
KF	2	80	160						
KW	5	95	475						
P	1	80	80						
TF	3	75	225						
TU	3	80	240						
Rata-rata	74	Tinggi							

Table 12. Perhitungan Skor Nasa TLX Shift Pagi

Hasil interpretasi skor pada operator produksi *cartoon box shift* pagi didapatkan kategori beban kerja "Tinggi" dengan nilai skor rata-rata 74. Dari 11 operator *shift* pagi terdapat 2 operator yang nilai rata-rata WWL (skor)

Indonesian Journal of Innovation Studies

Vol. 25 No. 2 (2024): April

DOI: DOI 10.21070/ijins.v25i2.1125 . Article type: (Innovation in Industrial Engineering)

berada di kategori “Sangat Tinggi” pada rentang nilai WWL 80-100 yaitu operator mesin steker atas nama Kholiq dengan nilai skor 85 dan operator mesin flexo C atas nama Ngadion dengan nilai skor 83.

No	Nama	Bagian	Aspek	Bobot	Rating	Bobot x Rating	Wwl	Skor	Kategori Beban Kerja
1	Derry	Corrugating	KM	3	55	165	920	61	Tinggi
KF	4	75	300						
KW	1	35	35						
P	1	40	40						
TF	2	60	120						
TU	4	65	260						
2	Agus	Corrugating	KM	3	50	150	905	60	Tinggi
KF	5	75	375						
KW	1	35	35						
P	1	55	55						
TF	1	55	110						
TU	3	60	180						
3	Aziz	Corrugating	KM	1	60	60	1.010	67	Tinggi
KF	4	75	300						
KW	0	30	0						
P	2	30	60						
TF	3	55	165						
TU	5	85	425						
4	Imam	Corrugating	KM	2	70	140	1.085	72	Tinggi
KF	5	80	400						
KW	0	50	0						
P	1	60	60						
TF	4	65	260						
TU	3	75	225						
5	Fuad	Double maker	KM	2	80	160	1.190	79	Tinggi
KF	4	75	300						
KW	5	85	425						
P	1	50	50						
TF	3	85	255						
TU	0	85	0						
6	Samiadi	Mesin Potong	KM	3	75	225	1.140	76	Tinggi
KF	3	75	225						
KW	4	75	300						
P	0	65	0						
TF	3	80	240						
TU	2	75	150						
7	Yono	Mesin Potong	KM	2	80	160	1.145	76	Tinggi
KF	4	75	300						
KW	5	85	425						
P	1	50	50						
TF	2	70	140						

TU	1	70	70						
8	Aldi	Steker	KM	1	75	74	1.184	79	Tinggi
KF	3	80	240						
KW	4	90	360						
P	2	85	170						
TF	3	60	180						
TU	2	80	160						
9	Pai	Flexo	KM	3	60	180	1.090	73	Tinggi
KF	3	80	240						
KW	4	85	340						
P	2	45	90						
TF	2	85	170						
TU	1	70	70						
10	Zainal	Flexo	KM	3	85	255	1.230	82	Sangat Tinggi
KF	0	85	0						
KW	2	85	170						
P	4	70	280						
TF	3	90	270						
TU	3	85	255						
11	Jainuri	Flexo	KM	2	70	140	1.095	73	Tinggi
KF	3	75	225						
KW	4	90	360						
P	2	50	100						
TF	2	60	120						
TU	2	75	150						
Rata-rata	73	Tinggi							

Table 13. Perhitungan Skor Nasa TLX Shift Sore

Hasil interpretasi skor pada operator produksi *cartoon box shift* sore didapatkan kategori beban kerja "Tinggi" dengan nilai skor rata-rata 73. Dari 11 operator *shift* pagi terdapat 1 operator yang nilai rata-rata WWL (skor) berada di kategori "Sangat Tinggi" pada rentang nilai WWL 80-100 yaitu operator mesin flexo B atas nama Zainal dengan nilai skor 82.

No	Nama	Bagian	Aspek	Bobot	Rating	Bobot x Rating	Wwl	Skor	Kategori Beban Kerja
1	Wahyudi	Corrugating	KM	2	75	150	1.035	69	Tinggi
KF	5	70	350						
KW	1	35	35						
P	2	65	130						
TF	3	70	210						
TU	2	80	160						
2	Suyono	Corrugating	KM	3	70	210	1.080	72	Tinggi
KF	4	75	300						
KW	1	40	40						
P	1	70	70						
TF	2	70	140						
TU	4	80	320						
3	Ferry	Corrugating	KM	2	65	130	1.010	67	Tinggi
KF	5	70	350						

Indonesian Journal of Innovation Studies

Vol. 25 No. 2 (2024): April

DOI: DOI 10.21070/ijins.v25i2.1125 . Article type: (Innovation in Industrial Engineering)

KW	1	30	30						
P	3	60	180						
TF	2	75	150						
TU	2	85	170						
4	Riono	Corrugating	KM	1	80	80	945	63	Tinggi
KF	4	75	300						
KW	2	30	60						
P	2	50	100						
TF	3	65	195						
TU	3	70	210						
5	Alan	Double maker	KM	3	85	255	1.250	83	Sangat Tinggi
KF	4	85	340						
KW	4	85	340						
P	2	70	140						
TF	1	80	80						
TU	1	95	95						
6	Sunar	Mesin Potong	KM	2	75	150	1.165	78	Tinggi
KF	3	75	225						
KW	4	85	340						
P	1	50	50						
TF	2	80	160						
TU	3	80	240						
7	Samsul	Mesin Potong	KM	3	85	255	1.190	79	Tinggi
KF	5	80	400						
KW	4	80	320						
P	2	60	120						
TF	0	70	0						
TU	1	95	95						
8	Gofur	Steker	KM	2	80	160	1.340	89	Sangat Tinggi
KF	2	90	180						
KW	5	95	475						
P	3	85	255						
TF	1	90	90						
TU	2	90	180						
9	Bisri	Flexo	KM	2	70	140	1.085	72	Tinggi
KF	3	75	225						
KW	4	85	340						
P	2	50	100						
TF	2	70	140						
TU	2	70	140						
10	Anton	Flexo	KM	4	80	320	1.200	80	Sangat Tinggi
KF	1	80	80						
KW	3	80	240						
P	3	75	225						
TF	3	85	255						
TU	1	80	80						
11	Sueb	Fkexo	KM	3	75	225	1.135	76	Tinggi

KF	4	75	300
KW	4	80	320
P	1	60	60
TF	2	70	140
TU	1	90	90
Rata-rata	75	Tinggi	

Table 14. Perhitungan Skor Nasa TLX Shift Malam

Hasil interpretasi skor pada operator produksi *cartoon box shift* malam didapatkan kategori beban kerja "Tinggi" dengan skor rata-rata 75. Dari 11 operator *shift* malam terdapat 3 operator yang nilai rata-rata WWL (skor) berada di kategori "Sangat Tinggi" pada rentang nilai WWL 80-100 yaitu operator mesin double maker atas nama Alan dengan nilai skor 83, operator mesin steker atas nama Gofur dengan nilai skor 89 dan operator flexo B atas nama Anton dengan nilai skor 80.

Kesimpulan

Hasil pengolahan data penelitian kelelahan dan beban kerja operator produksi *cartoon box*, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut. Berdasarkan tes *Bourdon Wiersma* dari ketiga *shift* tersebut kelelahan tingkat kecepatan tertinggi adalah *shift* pagi dengan rata-rata 11 dan dikriteriakan "Cukup Baik", kelelahan tingkat ketelitian tertinggi dari ketiga *shift* tersebut adalah *shift* pagi dengan rata-rata 18 dan dikriteriakan "Ragu-ragu" dan kelelahan tingkat konstansi tertinggi dari ketiga *shift* tersebut adalah *shift* malam dengan rata-rata 6,7 dan dikriteriakan "Cukup". Sedangkan pengukuran beban mental operator produksi *cartoon box* menggunakan *Nasa TLX* pada *shift* pagi dikategorikan beban mental "Tinggi" dengan rata-rata 74, *Shift* sore dikategorikan beban mental "Tinggi" dengan rata-rata 73 dan *shift* malam dikategorikan beban mental "Tinggi" dengan rata-rata 75. Dari ketiga *shift* tersebut yang memiliki beban mental paling tinggi terdapat pada *shift* malam dengan rata-rata 75 dan dikategorikan "Tinggi". Usulan perbaikan bagi perusahaan agar menerapkan 3 *shift* kerja perputaran 8 jam dan akhir minggu libur serta memberikan *coffebreak* 15 menit diluar jam istirahat pada operator produksi *cartoon box*.

References

1. N. A. V. Putra and Sunardi, "Analysis of Work System to Reduce Worker Fatigue in Production Department Using Cardiovascular Load (CVL) and Bourdon Wiersma Method at PT. XYZ," 2021.
2. S. F. Handika, E. Indah Yuslistyari, and R. Hidayatullah, "Analysis of Physical and Mental Workload of Production Operators at PD. MITRA SARI," 2020.
3. A. P. Kakondo, R. Rahmahwati, S. Uslianti, et al., "Improvement of Shift Work in Palm Oil Industry Based on NASA-TLX at PT. ABC," 2022. [Online]. Available: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jtinUNTAN/issue/view/>
4. D. Meireza, Suroto, and D. Lestantyo, "Analysis of Shift Working Systems on Work Fatigue Level of Gas Station Operators Using Bourdon Wiersma Method," *J. Community Health*, vol. 7, no. 4, pp. 213-218, 2019.
5. F. P. Al Havish and B. I. Putra, "Design of Work Systems in Air Cooler Production Using Work Load Analysis (WLA) and Macroergonomic Analysis and Design (MEAD) Methods at PT GIJ," *Procedia Eng. Life Sci.*, vol. 2, no. 2, 2022, doi: 10.21070/pels.v2i2.1291.
6. H. R. Diniari, D. Keselamatan, K. Kerja, and K. Masyarakat, "Analysis of Work Stress Due to Mental Workload on Workers at PT. KERTA RAJASA RAYA," 2019.
7. S. Rahmawati, R., & Afandi, "Factors Related to Work Fatigue among Nurses at Bangkinang District Hospital in 2019," *J. Public Health Univ. Pahlawan Tuanku Tambusai Riau*, vol. 3, no. 2, pp. 41-45, 2019.
8. A. S. Mariawati, L. Herlina, A. Fitriyani, and A. Umyati, "Measurement of Bank Teller Work Fatigue Level Using Bourdon Wiersma Test," *J. Ind. Serv.*, vol. 7, no. 2, p. 259, Apr. 2022, doi: 10.36055/jiss.v7i2.14432.
9. Z. H. Zen and A. Adrian, "Analysis of Employee Mental Workload Using NASA TLX Method (Case Study: PT. Universal Tekno Reksajaya Pekanbaru, Riau)," *J. Surya Teknol.*, vol. 6, no. 1, pp. 21-25, 2020, doi: 10.37859/jst.v6i1.1860.
10. S. A. Sabhirah et al., "Analysis of Physical and Mental Workload of Production Department Using Cardiovascular Load (CVL) and Bourdon Wiersma Method at PT. Romi Violeta," vol. 2, no. 2, 2023.
11. D. C. Dewi, "Analysis of Mental Workload of Machine Operators Using NASA TLX Method at PTJL," *J. Ind. View*, vol. 2, no. 2, pp. 20-28, 2020, doi: 10.26905/4881.
12. D. Firmansyah and Dede, "General Sampling Techniques in Research Methodology: A Literature Review," *J. Holistic Educ. Sci.*, vol. 1, no. 2, pp. 85-114, 2022, doi: 10.55927/jhes.v1i2.937.
13. E. Aryanny and B. Baitil, "Analysis of Workload of Production Operators Using Cardiovascular Load (CVL) and Bourdon Wiersma Method to Reduce Fatigue at CV. XYZ," *Tekmapro J. Ind. Eng. Manag.*, vol. 16, no. 1, pp. 59-70, 2021, doi: 10.33005/tekmapro.v16i1.150.
14. S. F. Utami, R. Suarantalla, and K. Hermanto, "Analysis of Elementary School Teachers' Mental Workload Using NASA-TLX: A Case Study at Batu Tering Elementary School," *J. Ind. Technol. Samawa*, vol. 1, no. 2,

Indonesian Journal of Innovation Studies

Vol. 25 No. 2 (2024): April

DOI: DOI 10.21070/ijins.v25i2.1125 . Article type: (Innovation in Industrial Engineering)

pp. 14-18, 2020.

15. F. Bayu and E. A. Nasution, "Measurement of Online Lecture Mental Workload of Industrial Engineering Students at USU Using NASA-TLX Method," Nat. Semin. Conf. IDEC 2020, no. 9, p. 2, 2020.