

Measurement Of Fatigue and Mental Work Load Using The Bourdon Wiersma and National Aeronautics and Space Administration Task Load Index

[Pengukuran Kelelahan dan Beban Mental Kerja Menggunakan Metode Bourdon Wiersma dan National Aeronautics and Space Administration Task Load Index]

Mochamad Sofwan Agil¹⁾, Boy Isma Putra ^{*2)}

¹⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: 191020700103@umsida.ac.id

Abstract. PT. Tjiwi Kimia is a paper industry company that operates 3 work shifts of the 2-2-2 cycle. As a result of the shift rotation and pressure from superiors, it causes decreased work concentration and machine delays when changing materials. This study aims to determine the highest fatigue criteria for speed, accuracy and consistency and to determine the category of mental load for production operators. The Bourdon Wiersma method is used to measure fatigue [1] and the Nasa TLX method to measure mental load [2]. The results of this research are fatigue of cartoon box production operators with the highest speed level for the morning shift is considered "Good enough", fatigue for the highest level of accuracy for the morning shift is considered "Doubtful" and fatigue for the highest level of consistency for the night shift is considered "Enough". Meanwhile, the highest mental burden for cartoon box production operators is the night shift in the "High" category. With these results it is recommended for companies to apply 3 work shifts and weekends off and provide a 15 minute coffee break.

Keywords - Bourdon Wiersma; Nasa TLX; Fatigue; Mental load

Abstrak. PT. Tjiwi Kimia merupakan perusahaan industri kertas yang menerapkan 3 shift kerja putaran 2-2-2. Akibat putaran shift tersebut dan tekanan dari atasan serta menimbulkan konsentrasi kerja menurun dan delay mesin saat mengganti material. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kriteria kelelahan tertinggi tingkat kecepatan, ketelitian dan konstansi dan mengetahui kategori beban mental pekerja operator produksi. Metode Bourdon Wiersma digunakan untuk mengukur kelelahan [1] dan metode Nasa TLX untuk mengukur beban mental [2]. Hasil penelitian berupa kelelahan operator produksi cartoon box tingkat kecepatan tertinggi shift pagi dikriteriakan "Cukup Baik", kelelahan tingkat ketelitian tertinggi shift pagi dikriteriakan "Ragu-ragu" dan kelelahan tingkat konstansi tertinggi shift malam dikriteriakan "Cukup". Sedangkan beban mental tertinggi operator produksi cartoon box adalah shift malam dengan kategori "Tinggi". Dengan hasil tersebut disarankan bagi perusahaan menerapkan 3 shift kerja dan akhir minggu libur serta memberikan coffebreak 15 menit.

Kata Kunci - Bourdon Wiersma; Nasa TLX; Kelelahan; Beban mental

I. 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.

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

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.

II. 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 grub masing-masing grub 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*.

1. Bourdon Wiersma

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:

a. Kecepatan kerja

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

b. Ketelitian kerja

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.

c. 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:

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

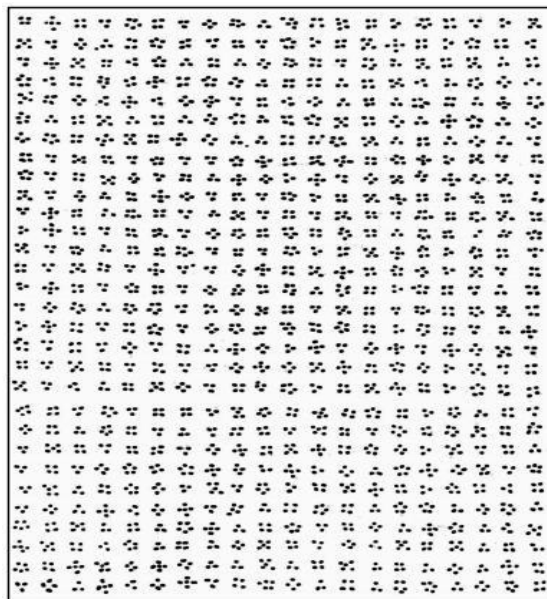
Sumber: [13]

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* :



Gambar 1. Form Tes *Bourdon Wiersma*

2. Form pencatatan waktu pengerjaan, pensil dan *stopwatch*
3. Tabel skala penilaian tes *Bourdon Wiersma*

Tabel 1. 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

Sumber: [13]

2. *NASA TLX (National Aeronautics and Space Administration Task Load Index)*

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.

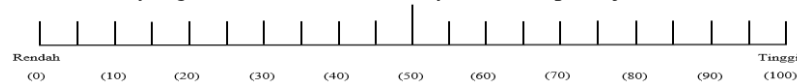
Kebutuhan Waktu ATAU Kebutuhan Mental	Tingkat Usaha ATAU Tingkat Frustrasi	Tingkat Frustrasi ATAU Kebutuhan Waktu
Kebutuhan Fisik ATAU Kebutuhan Mental	Performansi ATAU Kebutuhan Fisik	Tingkat Usaha ATAU Kebutuhan Waktu
Tingkat Usaha ATAU Kebutuhan Mental	Tingkat Frustrasi ATAU Kebutuhan Waktu	Tingkat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

Gambar 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?



Gambar 3. Alat Ukur *Nasa TLX*

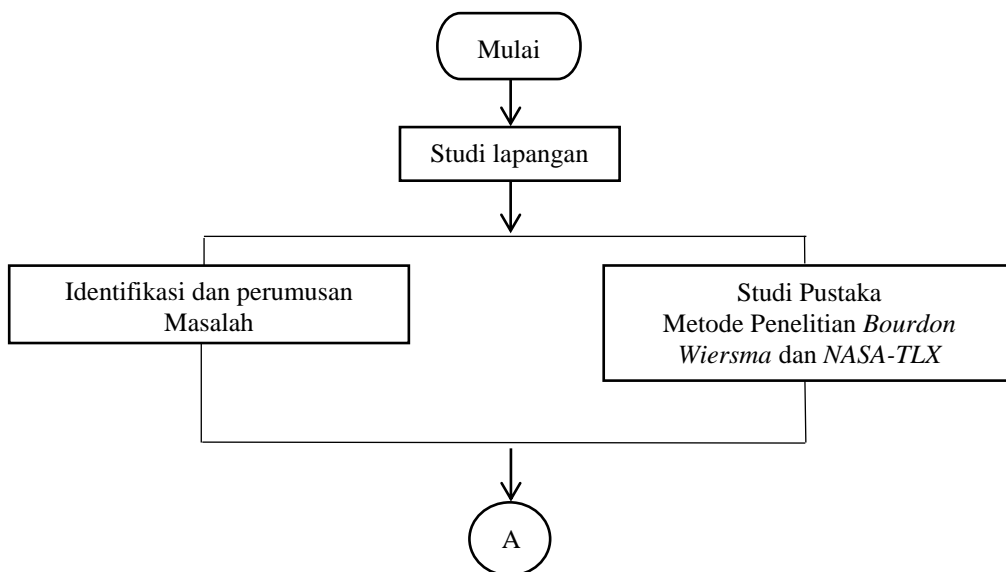
- c. Menghitung nilai *Weighted Workload (WWL)* = bobot x *rating* [15]
 d. Menghitung rata-rata WWL dengan cara membagi WWL dengan jumlah total bobot sebanyak 15. Rata-rata WWL = WWL/15
 e. Penentuan penilaian beban kerja, penilaian beban kerja memiliki kategori 5 tingkatan.

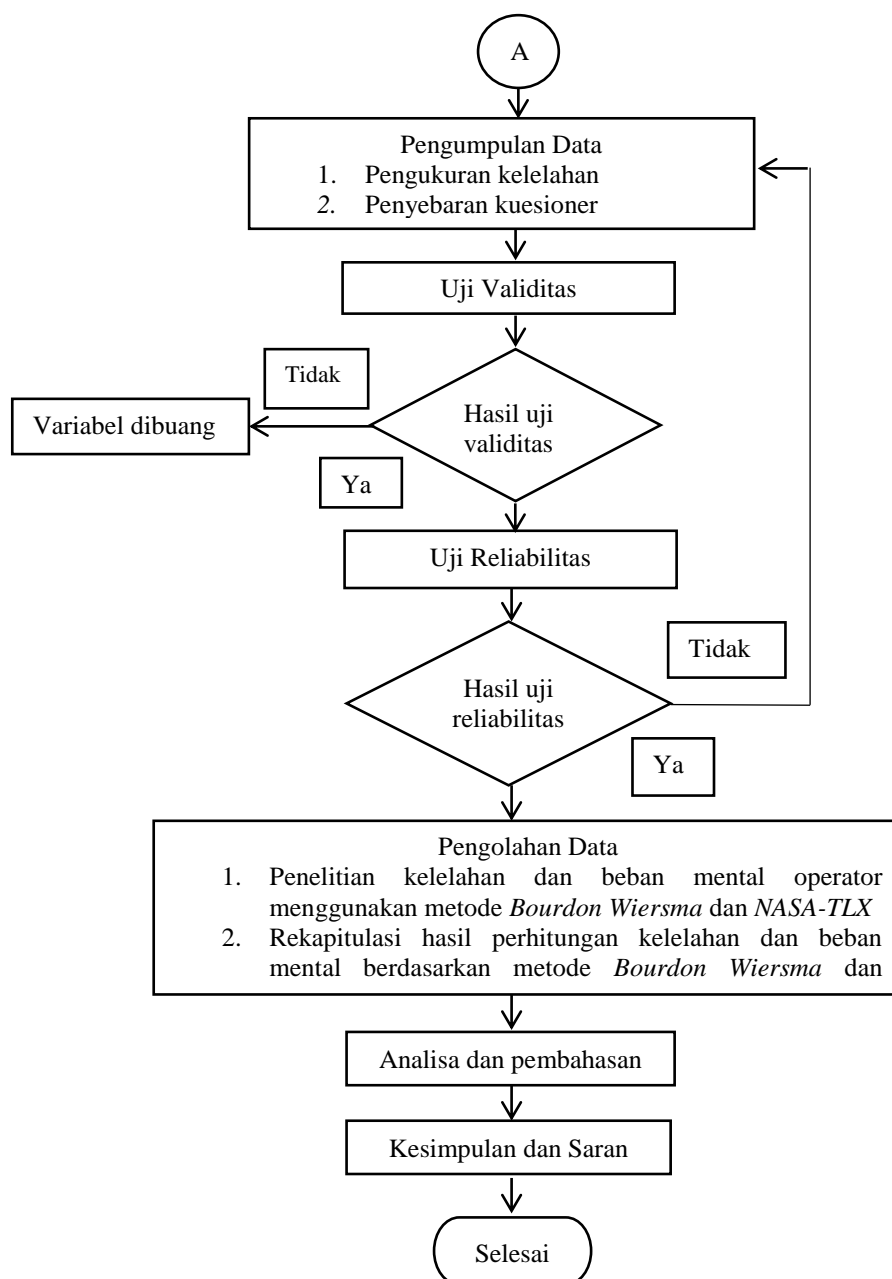
Tabel 2. kategori penilaian beban kerja

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

Sumber: [9]

Berikut diagram alir dari penelitian ini :





Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Skala Penilaian Tes *Bourdon Wiersma*

Hasil skala penilaian tes *Bourdon Wiersma* menggunakan tabel interspretasi 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.

Tabel 3. Penilaian Kecepatan Tes *Bourdon Wiersma Shift* Pagi

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

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”.

Tabel 4. Penilaian Kecepatan Tes *Bourdon Wiersma Shift Sore*

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

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”.

Tabel 5. Penilaian Kecepatan Tes *Bourdon Wiersma Shift Malam*

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

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

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

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

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”.

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

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	Samiadi	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

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”.

Tabel 8. Penilaian Tingkat Ketelitian Tes *Bourdon Wiersma Shift Malam*

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

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 degan 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.

Tabel 9. Penilaian Tingkat Konstansi Tes *Bourdon Wiersma Shift Pagi*

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

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

Tabel 10. Penilaian Tingkat Konstansi Tes *Bourdon Wiersma Shift Sore*

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

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

Tabel 11. Penilaian Tingkat Konstansi Tes *Bourdon Wiersma Shift Malam*

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

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

Hasil ininterpretasi 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) 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.

Tabel 13. Perhitungan Skor *Nasa TLX Shift Sore*

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

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.

Tabel 14. Perhitungan Skor Nasa TLX Shift Malam

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			
2	Suyono	Corrugating	TU	2	80	160	1.080	72	Tinggi
			KM	3	70	210			

			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			
			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

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.

IV. SIMPULAN

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 *coffeebreak* 15 menit diluar jam istirahat pada operator produksi *cartoon box*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini jauh dari ideal dan tidak dapat berfungsi dengan baik tanpa bantuan semua pihak. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada PT Tjiwi Kimia dan Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang telah menjadi tempat observasi penelitian.

REFERENSI

- [1] N. A. V. Putra and Sunardi, “ANALISIS SISTEM KERJA UNTUK MENGURANGI KELELAHAN PEKERJA BAGIAN PRODUKSI DENGAN METODE CARDIOVASCULAR LOAD (CVL) DAN BOURDON WIERMSMA DI PT. XYZ,” 2021.
- [2] S. F. Handika, E. Indah Yulistiyari, and R. Hidayatullah, “ANALISIS BEBAN KERJA FISIK DAN MENTAL OPERATOR PRODUKSI DI PD. MITRA SARI,” 2020.
- [3] A. P. Kakondo, R. Rahmahwati, S. Uslianti, J. Prof, H. Hadari, and N. Pontianak, “PERBAIKAN SHIFT KERJA PADA INDUSTRI KELAPA SAWIT BERDASARKAN NASA-TLX DI 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 the Work Fatigue Level At Gas Station Operator Using Bourdon Wiersma Method,” *J. Kesehat. Masy.*, 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, “ANALISIS STRES KERJA AKIBAT BEBAN KERJA MENTAL PADA PEKERJA PT. KERTA RAJASA RAYA,” 2019.
- [7] S. Rahmawati, R., & Afandi, “Faktor-Faktor Yang Berhubungan dengan Kelelahan Kerja pada Perawat di RSUD Bangkinang Tahun 2019,” *J. Kesehat. Masy. Univ. Pahlawan Tuanku Tambusai Riau*, vol. 3, no. 2, pp. 41–45, 2019.
- [8] A. S. Mariawati, L. Herlina, A. Fitriyani, and A. Umyati, “Pengukuran tingkat kelelahan kerja teller bank menggunakan 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, “ANALISIS BEBAN KERJA MENTAL KARYAWAN MENGGUNAKAN METODE NASA TLX (Studi Kasus: PT. Universal Tekno Reksajaya Pekanbaru, Riau),” *J. Surya Tek.*, vol. 6, no. 1, pp. 21–25, 2020, doi: 10.37859/jst.v6i1.1860.
- [10] S. A. Sabhirah *et al.*, “Analisis Beban Kerja Fisik Dan Mental Bagian Produksi Dengan Menggunakan

- Metode Cardiovascular Load (CVL) Dan Bourdon Wiersma Di PT . Romi Violeta,” vol. 2, no. 2, 2023.
- [11] D. C. Dewi, “Analisa Beban Kerja Mental Operator Mesin Menggunakan Metode Nasa Tlx Di Ptjl,” *J. Ind. View*, vol. 2, no. 2, pp. 20–28, 2020, doi: 10.26905/4881.
- [12] D. Firmansyah and Dede, “Teknik Pengambilan Sampel Umum dalam Metodologi Penelitian: Literature Review,” *J. Ilm. Pendidik. Holistik*, vol. 1, no. 2, pp. 85–114, 2022, doi: 10.55927/jiph.v1i2.937.
- [13] E. Aryanny and B. Baitil, “Analisis Beban Kerja Operator Di Bagian Produksi Dengan Metode Cardiovascular Load (Cvl) Dan Bourdon Wiersma Untuk Mengurangi Kelelahan Di 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, “Analisis Beban Kerja Mental Guru Sekolah Dasar Menggunakan Metode NASA-TLX Studi Kasus di SDN Batu Tering,” *J. Ind. Teknol. Samawa*, vol. 1, no. 2, pp. 14–18, 2020.
- [15] Febrilliandika Bayu and Nasution Efendi Anwar, “Pengukuran Beban Kerja Mental Kuliah Daring Mahasiswa Teknik Industri USU dengan Metode NASA-TLX,” *Semin. dan Konf. Nas. IDEC 2020*, no. 9, p. 2, 2020.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.