



Analisis Beban Kerja Mental Operator dengan Metode NASA TLX di PT XYZ

Wawan Sulistiyo¹, Prima Vitasari²

^{1,2} Program Studi Magister Teknik Industri, Pascasarjana, Institut Teknologi Nasional Malang, Indonesia
Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2, Malang 65145
Email: wawansulis12345@gmail.com, primavitasari@lecturer.itn.ac.id

Abstract

PT XYZ is a fermentation industry that uses Human Machine Interfaces (HMI) in the production process. With high mental workload of operators, it can disrupt company productivity. In 2021, the achievement of the percentage of production failure targets at PT XYZ has not reached the set target. The purpose of this study is to measure and make improvements to the mental workload at PT XYZ. The research method is to measure mental workload using the NASA TLX questionnaire, conduct data analysis using descriptive statistics, and conduct a paired t-test to compare the results of mental workload before and after improvement. From the research results, the mental workload score was 72.64 in the high category. Of the six NASA TLX dimensions, operators experienced time demands of 24.1%, effort 23.1%, mental demands 22.3%, performance 20.2%, physical demands 9.3% and frustration 1.0%. The improvement results can reduce the high mental workload of operator from 82 to 74 with a significant level of 0.004, and increase the low mental workload of operators from 53 to 66 with a significant level of 0.129.

Keywords: mental work load, human machine interface, NASA-TLX, operator, productivity

Abstrak

PT XYZ merupakan industri fermentasi yang menggunakan *Human Machine Interfaces*(HMI) dalam proses produksi. Dengan beban kerja mental operator yang tinggi dapat mengganggu produktivitas perusahaan. Pada tahun 2021 pencapaian prosentase target kegagalan produksi di PT XYZ belum mencapai target yang ditetapkan. Tujuan dari penelitian ini untuk mengukur dan melakukan perbaikan terhadap beban kerja mental di PT XYZ. Metode penelitian yaitu mengukur beban kerja mental menggunakan kuesioner NASA TLX, melakukan analisis data dengan *descriptive statistic*, serta melakukan uji t berpasangan untuk membandingkan hasil beban kerja mental sebelum dan sesudah perbaikan. Dari hasil penelitian diperoleh skor beban kerja mental yaitu 72,64 dengan kategori tinggi. Dari enam dimensi NASA TLX operator mengalami tuntutan waktu sebesar 24,1%, usaha 23,1%, tuntutan mental 22,3%, performansi 20,2%, tuntutan fisik 9,3% dan frustrasi 1,0%. Hasil perbaikan dapat mengurangi beban kerja mental operator yang tinggi dari 82 ke 74 dengan *significant level* 0,004, dan meningkatkan beban kerja mental operator yang rendah dari 53 ke 66 dengan *significant level* 0,129.

Kata kunci: beban kerja mental, *human machine interface*, NASA-TLX, operator, produktivitas

Pendahuluan

Sumber daya manusia merupakan kunci dari suksesnya suatu perusahaan, sehingga dengan kemampuan dan keterbatasan yang dimiliki harus diperhitungkan untuk memperoleh produktivitas yang setinggi tingginya (Tarwaka, dkk, 2004). Beban kerja terdiri dari beban kerja fisik dan mental. Beban kerja yang diterima

harus seimbang terhadap kemampuan fisik dan kemampuan kognitif (Tarwaka, dkk, 2004). Beban kerja fisik dan mental yang berlebih dapat menyebabkan turunnya kualitas kerja karyawan sehingga mengganggu produktivitas perusahaan (Hutabarat, 2018).

PT XYZ merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang fermentasi. Pada

tahun 2021 kegagalan proses yang ada di PT XYZ belum mencapai target manajemen yaitu sebesar 2,87 kali dari target yang ditetapkan khususnya di departemen fermentasi.

Selama proses produksi di PT XYZ menggunakan *Human Machine Interface* (HMI) yang berlangsung selama 24 jam. Karena beroperasi terus menerus diperlukan operator yang bekerja *shift* dengan dibagi menjadi tiga *shift* dan empat group. Dalam satu group terdapat 13 jenis pekerjaan yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jenis pekerjaan dalam PT XYZ

Pekerjaan	Tugas dan tanggung jawab
Foreman	Bertanggung jawab terhadap seluruh proses fermentasi setiap <i>shift</i> .
Culture C-1	Mengendalikan proses <i>culture</i> dalam proses fermentasi.
Main Steril-1	Memastikan sterilisasi dalam tanki 1.
Main Steril-2	Memastikan sterilisasi dalam tanki 1.
C/S 3 Feed	Memastikan sterilisasi media yang digunakan.
C/S 1 Main	Memastikan sterilisasi media untuk tanki fermentasi.
Seed Steril	Memastikan sterilisasi dalam tanki <i>seed</i> .
C/S 2 Seed	Memastikan sterilisasi media untuk <i>seed</i> .
100 L JAR-1	Mengendalikan proses dalam proses jar-1
100 L JAR-2	Mengendalikan proses dalam proses jar-2
5 L JAR	Mengendalikan proses dalam proses 5 L jar.
Culture C-2	Mengendalikan proses <i>culture</i> 2 dalam proses fermentasi.
Culture Analisa	Melakukan analisa parameter proses fermentasi.

Berdasarkan permasalahan yang ada di PT XYZ khususnya departemen fermentasi serta penggunaan HMI dalam proses produksi, operator akan mengalami beban kerja mental. Tujuan dari penelitian yaitu untuk mengukur besaran beban kerja mental yang dialami oleh operator produksi dengan menggunakan metode *National Aeronautics and Space Administration Task Load Index* (NASA – TLX) dan melakukan perbaikan terhadap beban kerja mental di PT XYZ.

HMI merupakan sistem interaksi antara mesin dan manusia yang dihubungkan menggunakan layar komputer. Dengan berkembangnya otomasi dan komputer, maka beban kerja mental operator menjadi sangat

penting (Made & Wulanyani, 2015). Operator di ruangan kontrol yang menggunakan HMI mempunyai beban kerja mental tinggi dapat menyebabkan penurunan tingkat konsentrasi dan meningkatkan kesalahan manusia (Ghalenoei et al., 2021a). Dengan penggunaan HMI diperlukan kewaspadaan yang tinggi dari kinerja operator (Warm et al., 2008).

Beban kerja mental merupakan perhitungan beban kerja manusia dengan mempertimbangkan aspek mental/psikologis (Hutabarat, 2018). Beban kerja mental merupakan sebuah konstruksi yang multidimensi yang dipengaruhi oleh karakteristik tugas, kemampuan operator dan lingkungan kerja (Young et al., 2015). Definisi beban kerja mental merupakan kapasitas atau sumber daya pemrosesan informasi operator yang diperlukan untuk memenuhi tuntutan sistem. (Cain, 2007).

Alasan utama pentingnya mengukur beban kerja mental yaitu untuk memprediksi kinerja dari operator dan sistem (Cain, 2007). Beban kerja mental yang tinggi akan meningkatkan beban kerja operator sehingga akan meningkatkan kesalahan operasi dan mengurangi tingkat perhatian dari operator itu sendiri (Ghalenoei et al., 2021b). Pengukuran beban kerja mental secara subyektif banyak digunakan secara luas karena mudah dan praktis. Selain itu pengukuran secara subyektif mempunyai sifat *non intrusiveness* yaitu tidak dipengaruhi oleh kinerja tugas utama dari operator dan beban kerja merupakan obyek aktual yang dievaluasi (Cain, 2007). Penggunaan HMI akan menyebabkan pengukuran kinerja operator menjadi sulit, sehingga pengukuran beban kerja mental secara subyektif menjadi sangat penting (Rubio et al., 2004).

Salah satu pengukuran beban kerja mental secara subyektif yang banyak digunakan yaitu NASA TLX (Hancock et al., 2021). Metode ini mudah diterima karena mudah digunakan dan menggunakan skala yang lebih sedikit dibandingkan SWAT. Salah satu kelebihan metode NASA TLX yaitu lebih sensitif terhadap berbagai kondisi pekerjaan (Hutabarat, 2018). Untuk mengukur kinerja individu dalam suatu tugas metode NASA TLX merupakan alat yang direkomendasikan (Rubio et al., 2004). Metode NASA TLX dapat digunakan pada pekerjaan kognitif yang kompleks yang dapat membedakan

aktivitas mental, fisik, kinerja subyektif dan tingkat frustrasi (Braarud, 2021).

NASA-TLX dikembangkan oleh Hard & Staveland pada tahun 1988 yang merupakan salah satu prosedur untuk mengukur beban kerja mental secara subyektif (Hart & Staveland, 1988). Metode ini merupakan rating multidimensional yang terdiri dari 6 rating yaitu tuntutan mental, tuntutan fisik, tuntutan waktu, tingkat performansi, tingkat usaha, tingkat frustrasi. Tabel 2 merupakan penjelasan enam dimensi dalam NASA TLX.

Tabel 2. Penjelasan enam dimensi NASA TLX (Hart & Staveland, 1988)

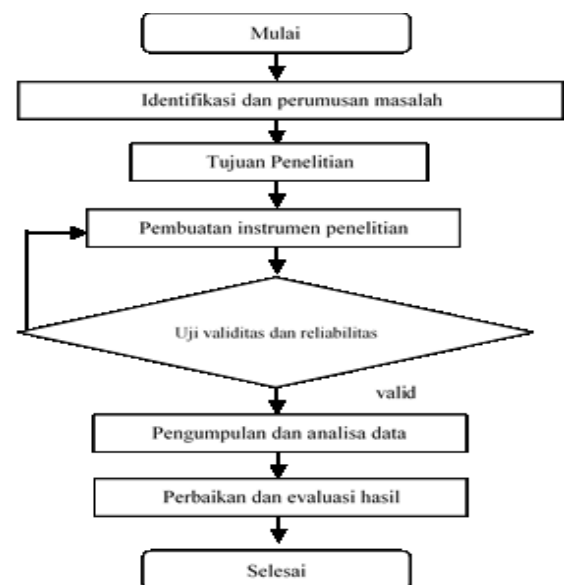
No	Dimensi	Deskripsi	Skala
1	Tuntutan Mental	Seberapa besar tuntutan mental yang dibutuhkan dalam melakukan pekerjaan	0 - 100
2	Tuntutan Fisik	Seberapa besar aktivitas fisik yang dibutuhkan menyelesaikan pekerjaan	0 - 100
3	Tuntutan Waktu	Seberapa besar tuntutan waktu yang dibutuhkan menyelesaikan pekerjaan	0 - 100
4	Tingkat Performansi	Seberapa besar keberhasilan menyelesaikan pekerjaan & seberapa puas dalam mencapai target	0 - 100
5	Tingkat Usaha	Seberapa besar usaha yang diperlukan (fisik & mental) dalam menyelesaikan pekerjaan	0 - 100
6	Tingkat Frustrasi	Seberapa besar rasa tidak aman, putus asa, stress dan terganggu dibandingkan dengan rasa aman, percaya diri, nyaman dalam menyelesaikan pekerjaan	0 - 100

Metode

Jenis penelitian ini merupakan penelitian deskriptif yang bertujuan melakukan evaluasi secara obyektif sebagai dasar pihak terkait dalam mengambil keputusan. Obyek penelitian merupakan PT XYZ yang berlokasi di Jawa Timur. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini:

Ada pun langkah-langkah penelitian adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi dan perumusan masalah yaitu tentang kegagalan proses di PT XYZ yang tidak mencapai target manajemen karena tingginya beban kerja mental.
2. Tujuan penelitian yaitu mengukur beban kerja mental dan melakukan perbaikan di PT XYZ.
3. Pembuatan instrumen penelitian yaitu berupa kuisiner NASA TLX dengan menyebarkan kepada 20 responden di PT XYZ.
4. Uji validitas dan reliabilitas instrumen penelitian yaitu menggunakan uji korelasi dan uji *internal consistency* dengan teknik *Alpha Cronbach* dengan *software* SPSS versi 16.0.
5. Pengumpulan dan analisa data yaitu dengan menyebarkan kuesioner NASA TLX terhadap 48 operator *shift* di proses fermentasi. Analisa data menggunakan *descriptive statistic* dengan *software* SPSS versi 16.0.
6. Perbaikan dan evaluasi hasil yaitu berdasarkan analisa beban kerja mental yang tinggi akan dilakukan perbaikan. Dari hasil perbaikan dilakukan uji *t* berpasangan untuk mengetahui apakah ada perbedaan beban kerja mental sebelum dan sesudah perbaikan dengan *software* SPSS versi 16.0.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Langkah-langkah dalam mengukur beban kerja mental dengan metode NASA TLX yaitu sebagai berikut:

1. Pemberian rating dimana responden memberikan nilai skor dari enam dimensi dalam kuisioner NASA TLX. Berdasarkan Tabel 2 operator memberikan skor antara 0-100 sesuai yang dirasakan oleh operator.
2. Pemberian bobot dengan cara responden memilih salah satu dari 15 pertanyaan berpasangan sesuai Tabel 3.
3. Menghitung produk dengan cara mengalikan rating dengan jumlah bobot dalam 6 dimensi NASA TLX.
4. Menghitung *Weighted Work Load (WWL)* dengan cara menjumlahkan semua produk.
5. Menghitung skor beban kerja mental dengan cara membagi WWL dengan 15.
6. Menginterpretasi hasil kategori beban kerja mental sesuai Tabel 4 dengan kategori rendah, sedang, tinggi dan tinggi sekali.

Tabel 3. Lima belas pasang indikator NASA TLX (Hart & Staveland, 1988)

No	Pertanyaan	No	Pertanyaan
1	Usaha atau performansi	9	Tuntutan waktu atau fustasi
2	Tuntutan waktu atau usaha	10	Tuntutan fisik atau frustasi
3	Performansi atau frustasi	11	Tuntutan fisik atau waktu
4	Tuntutan fisik atau performansi	12	Tuntutan waktu atau mental
5	Frustasi atau usaha	13	Performansi atau tuntutan mental
6	Performansi atau tuntutan waktu	14	Tuntutan mental atau usaha
7	Tuntutan mental atau fisik	15	Usaha atau tuntutan fisik
8	Frustasi atau tuntutan mental		

Tabel 4. Klasifikasi beban kerja mental (Morales et al., 2020)

Skor Beban Kerja	Kategori
0 - 25	Rendah
26 - 50	Sedang
51 - 75	Tinggi
76 - 100	Tinggi sekali

Hasil dan Pembahasan

Instrumen penelitian berupa kuisioner NASA TLX dilakukan uji validitas dan reliabilitas dengan melibatkan 20 responden. Hasil uji validitas dengan menggunakan korelasi produk momen diperoleh nilai r hitung $>$ r tabel sehingga dapat disimpulkan valid. Tabel 5 merupakan hasil uji validitas instrument penelitian.

Sedangkan Tabel 6 menunjukkan hasil uji reliabilitas, diperoleh nilai *Alpha Cronbach* $0,660 > 0.6$ sehingga dinyatakan instrumen penelitian reliabel. (Sujarweni, 2015).

Tabel 5. Hasil uji validitas kuisioner NASA TLX

Item	r hitung	r tabel	Keterangan
Mental	0,560	0,444	Valid
Fisik	0,607		Valid
Waktu	0,715		Valid
Performansi	0,589		Valid
Frustasi	0,613		Valid
Usaha	0,783		Valid

Tabel 6. Hasil uji reliabilitas kuisioner NASA TLX

Item	Alpha Cronbach	Standar	Keterangan
Reliabilitas	0,660	0,6	Reliabel

Berdasarkan hasil kuisioner NASA TLX terhadap 48 orang operator diperoleh hasil skor beban kerja mental sebagai berikut:

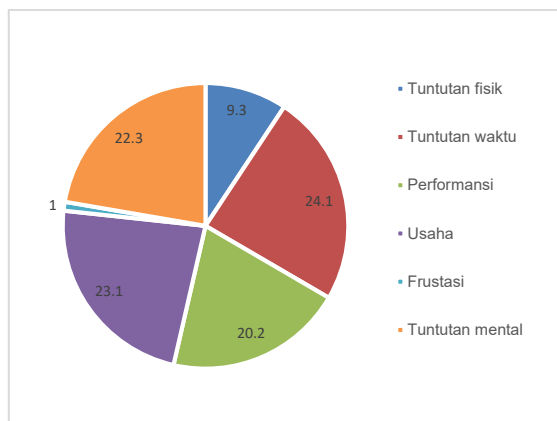
Tabel 7. Hasil perhitungan skor dan kategori

No	Beban Kerja		No	Beban Kerja	
	Skor	Kategori		Skor	Kategori
1	83,67	Tinggi Sekali	25	80,00	Tinggi Sekali
2	76,00	Tinggi Sekali	26	90,33	Tinggi Sekali
3	73,33	Tinggi	27	71,00	Tinggi
4	81,67	Tinggi Sekali	28	50,67	Tinggi
5	63,00	Tinggi	29	81,00	Tinggi Sekali
6	52,33	Tinggi	30	78,00	Tinggi Sekali
7	91,33	Tinggi Sekali	31	60,33	Tinggi
8	72,67	Tinggi	32	89,33	Tinggi Sekali
9	63,33	Tinggi	33	83,00	Tinggi Sekali
10	75,00	Tinggi	34	67,00	Tinggi
11	66,00	Tinggi	35	77,33	Tinggi Sekali
12	60,00	Tinggi	36	71,67	Tinggi
13	82,67	Tinggi Sekali	37	72,33	Tinggi
14	82,00	Tinggi Sekali	38	77,00	Tinggi Sekali
15	79,67	Tinggi Sekali	39	66,67	Tinggi
16	73,33	Tinggi	40	87,67	Tinggi Sekali
17	81,33	Tinggi Sekali	41	72,33	Tinggi
18	72,00	Tinggi	42	63,00	Tinggi
19	69,00	Tinggi	43	71,33	Tinggi
20	73,33	Tinggi	44	73,33	Tinggi
21	36,33	Sedang	45	73,67	Tinggi
22	64,00	Tinggi	46	71,67	Tinggi
23	81,67	Tinggi Sekali	47	47,33	Sedang
24	77,67	Tinggi Sekali	48	79,33	Tinggi Sekali
	Rata-Rata			72,64	Tinggi

Dari Tabel 7 diperoleh bahwa rata-rata skor beban kerja mental sebesar 72.64 yang termasuk kategori tinggi. Hal ini disebabkan karena di PT XYZ dalam proses produksi menggunakan HMI.

Tingginya beban kerja mental operator disebabkan karena penggunaan HMI dalam proses produksi. Dengan HMI akan merubah kerja operator dari aktif menjadi pasif karena operator bekerja dengan menggunakan layar komputer dan akan memberikan respon jika terjadi problem. Hal ini menuntut operator untuk dalam kewaspadaan yang tinggi, sehingga dengan kewaspadaan yang tinggi akan mengakibatkan operator menjadi jenuh, stress dan dapat mengalami beban kerja mental yang tinggi. Hasil penelitian ini juga selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh (Ghanavati et al., 2019) bahwa bekerja di dalam ruangan kontrol dengan teknologi yang modern, operator dapat mengalami beban kerja mental. Dengan adanya HMI, operator akan mempunyai beban kerja mental tinggi sehingga dapat menurunkan konsentrasi dan meningkatkan kesalahan manusia (Ghalenoel et al., 2021a).

Berdasarkan enam dimensi beban kerja operator di PT XYZ dapat dilihat dalam gambar di bawah



Gambar 2. Enam dimensi beban kerja

Dari Gambar 2 menunjukkan operator di PT XYZ mengalami tuntutan waktu sebesar 24,1%, usaha 23,1%, tuntutan mental 22,3%, performansi 20,2%, tuntutan fisik 9,3% dan frustrasi 1%. Besarnya tuntutan waktu yang dialami oleh operator karena proses fermentasi di PT XYZ beroperasi dengan *batch* sistem yang bekerjanya berdasarkan jadwal waktu yang telah ditetapkan. Jika jadwal waktu tidak dijaga akan mengakibatkan terganggunya sub

proses yang lain yang dapat mengganggu produktivitas perusahaan.

Berdasarkan jenis pekerjaan yang ada di PT XYZ dapat diperoleh hasil skor beban kerja mental sebagai berikut:

Tabel 8. Jenis pekerjaan dan skor beban kerja

No	Jenis Pekerjaan	Skor	Kategori
1	100L JAR-1	72	Tinggi
2	100L JAR-2	75	Tinggi Sekali
3	5L JAR	70	Tinggi
4	Culture Analisa	72	Tinggi
5	C/S 1 Main	65	Tinggi
6	C/S 2 Seed	71	Tinggi
7	C/S 3 Feed	67	Tinggi
8	Culture C-1	82	Tinggi Sekali
9	Culture C-2	53	Tinggi
10	Foreman	75	Tinggi Sekali
11	Main Steril-1	79	Tinggi Sekali
12	Main Steril-2	76	Tinggi Sekali
13	Seed Steril	84	Tinggi Sekali

Dari Tabel 8 diperoleh beban kerja tertinggi yaitu operator *seed* steril dengan skor 84 dan operator *culture* C-1 dengan skor 82. Untuk beban kerja terendah yaitu operator *culture* C-2 dengan skor 53 dan operator C/S 1 *main* dengan skor 65. Dari semua jenis pekerjaan di PT XYZ mempunyai kategori beban kerja mental yang tinggi.

Beban kerja mental dan fisik dapat dikurangi dengan tiga cara yaitu minimalisasi, isolasi dan eliminasi (Rachmuddin, 2020). Untuk mengurangi beban kerja mental akan dilakukan minimalisasi yaitu mengurangi aktivitas pekerjaan yang memiliki beban kerja mental tinggi dan menambah aktivitas pekerjaan yang memiliki beban kerja mental rendah.

Beban kerja mental di PT XYZ akan diturunkan dengan cara mengurangi pekerjaan operator *culture* C-1 dan menambah pekerjaan operator *culture* C-2. Hal ini disebabkan karakteristik pekerjaan yang hampir sama. Tabel 9 merupakan tugas dan tanggung jawab operator *culture* C-1 dan *culture* C-2 sebelum perbaikan. Dan dalam Tabel 10 merupakan perubahan tugas dan tanggung jawab operator sesudah perbaikan.

Setelah melakukan perubahan tugas dan tanggung jawab akan diukur beban kerja mental operator sebelum dan sesudah. Hasil beban kerja mental operator sebelum dan sesudah perbaikan dapat dilihat dalam Tabel 11.

Tabel 9. Tugas dan tanggung jawab operator sebelum

Operator	Sebelum
Culture C-1	<ul style="list-style-type: none"> • Mengendalikan semua proses fermentasi dalam tanki besar dan kecil (30 tanki) • Mengontrol parameter pH • Mengontrol parameter suhu • Mengontrol parameter udara
	Mengontrol parameter media masuk
Culture C-2	• Mengeluarkan hasil proses fermentasi ke proses berikutnya

Tabel 10. Tugas dan tanggung jawab operator sesudah

Operator	Sesudah
Culture C-1	<ul style="list-style-type: none"> • Mengendalikan semua proses fermentasi dalam tanki besar (15 tanki) • Mengontrol parameter pH • Mengontrol parameter suhu • Mengontrol parameter udara • Mengontrol parameter media masuk
	Mengeluarkan hasil proses fermentasi ke proses berikutnya
Culture C-2	<ul style="list-style-type: none"> • Mengendalikan semua proses fermentasi dalam tanki kecil (15 tanki) • Mengontrol parameter pH • Mengontrol parameter suhu • Mengontrol parameter udara • Mengontrol parameter media masuk
	Mengeluarkan hasil proses fermentasi ke proses berikutnya

Tabel 11. Hasil skor beban kerja mental sebelum dan sesudah perbaikan

Operator	Sebelum	Sesudah
Culture C-1	83	76
	82	77
	78	69
	83	75
Culture C-2	52	64
	62	66
	46	67

Uji normalitas digunakan untuk mengetahui data mengikuti distribusi normal sebelum dilakukan uji t-test. Hasil uji normalitas dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 12. Uji normalitas data operator sebelum dan sesudah perbaikan

Operator	significant level shapiro-Wilk
Culture C1	Sebelum 0,051
	Sesudah 0,163
Culture C2	Sebelum 0,726
	Sesudah 0,637

Dari Tabel 12 menunjukkan hasil uji normalitas dengan nilai *significant level* lebih dari 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa data mengikuti distribusi normal.

Hasil perbaikan beban kerja mental operator akan dilakukan uji t berpasangan untuk mengetahui efek terhadap perbaikan yang telah dilakukan di PT XYZ.

Tabel 13. Hasil uji t sebelum dan sesudah perbaikan

Operator	Rata-rata	Significant level
Culture C1	Sebelum 82	0,004
	Sesudah 74	
Culture C2	Sebelum 53	0,129
	Sesudah 66	

Berdasarkan Tabel 13 dapat diketahui beban kerja operator *culture* C1 sebelum perbaikan sebesar 82 dan setelah perbaikan turun menjadi 74. Dengan nilai *significant level* $0,004 < 0,05$ yang artinya ada beda nyata antara beban kerja mental sebelum dan sesudah perbaikan. Beban kerja operator *culture* C2 sebelum perbaikan sebesar 53 dan setelah perbaikan naik menjadi 66. Dengan nilai *significant level* $0,129 > 0,05$ yang artinya tidak ada beda nyata antara beban kerja mental sebelum dan sesudah perbaikan.

Kesimpulan

Hasil penelitian tentang beban kerja mental operator di PT XYZ termasuk dalam kategori tinggi dengan skor sebesar 72,64. Dari enam dimensi NASA TLX operator di PT XYZ mengalami tuntutan waktu sebesar 24,1%, usaha 23,1%, tuntutan mental 22,3%, performansi 20,2%, tuntutan fisik 9,3% dan frustrasi 1%. Dengan konsep minimalisasi dan distribusi tugas serta tanggung jawab operator dapat menurunkan beban kerja mental operator yang tinggi dari 82 menjadi 74. Selain itu juga dapat menambah beban kerja operator yang rendah dari 53 menjadi 66.

Daftar Pustaka

Braarud, P.Ø. (2021). Investigating the validity of subjective workload rating (NASA TLX) and subjective situation awareness rating (SART) for cognitively complex human-machine work. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 89, 103233. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2021.103233>

- Cain, B. (2007). A Review of the Mental Workload Literature. *Defence Research and Development Toronto (Canada)*, 1998, 4-1-4–34. <http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?Location=U2&doc=GetTRDoc.pdf&AD=ADA474193>
- Ghalenoei, M., Mortazavi, S. B., Mazloumi, A., & Pakpour, A. H. (2021a). Impact of workload on cognitive performance of control room operators. *Cognition, Technology and Work*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s10111-021-00679-8>
- Ghalenoei, M., Mortazavi, S. B., Mazloumi, A., & Pakpour, A. H. (2021b). Impact of workload on cognitive performance of control room operators. *Cognition, Technology and Work*. <https://doi.org/10.1007/s10111-021-00679-8>
- Ghanavati, F. K., Choobineh, A., & Keshavarzi, S. (2019). Assessment of mental workload and its association with work ability in control room operators. 389–397. <https://doi.org/10.23749/mdl.v110i5.8115>
- Hancock, G. M., Beach, L., & Hancock, P. A. (2021). Chapter 7 Mental Workload What Is Mental and Cognitive
- Hart, S. G., & Staveland, L. E. (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of Empirical and Theoretical Research. *Advances in Psychology*, 52(C), 139–183. [https://doi.org/10.1016/S0166-4115\(08\)62386-9](https://doi.org/10.1016/S0166-4115(08)62386-9)
- Hutabarat, J. (2018). Kognitif Ergonomi. *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical*, 44(8), 1689–1699.
- Made, N., & Wulanyani, S. (2015). Tantangan dalam Mengungkap Beban Kerja Mental. *Buletin Psikologi*, 21(2), 80. <https://doi.org/10.22146/bpsi.7372>
- Morales, A. F. C., Hernandez Arellano, J. L., Muñoz, E. L. G., & Macías, A. A. M. (2020). Development of the NASA-TLX Multi Equation Tool to Assess Workload. *International Journal of Combinatorial Optimization Problems and Informatics*, 11(1), 50–58. <https://search.proquest.com/docview/2314323230?accountid=31491>
- Rachmuddin, Y. (2020). MENGOPTIMALKAN JUMLAH ENGINEER DI BAGIAN ELECTRICAL / INSTRUMENT ENGINEERING (Studi Kasus di PT Vale Indonesia Tbk).
- Rubio, S., Díaz, E., Martín, J., & Puente, J. M. (2004). Evaluation of Subjective Mental Workload: A Comparison of SWAT, NASA-TLX, and Workload Profile Methods. *Applied Psychology*, 53(1), 61–86. <https://doi.org/10.1111/j.1464-0597.2004.00161.x>
- Sujarweni, V. W., (2015). *SPSS Untuk Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.
- Tarwaka, Bakri, S. H. A., & Sudiajeng, L. (2004). Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas. Surakarta: Uniba Press
- Warm, J. S., Parasuraman, R., & Matthews, G. (2008). Vigilance requires hard mental work and is stressful. *Human Factors*, 50(3), 433–441. <https://doi.org/10.1518/001872008X312152>
- Young, M. S., Brookhuis, K. A., Wickens, C. D., & Hancock, P. A. (2015). State of science: mental workload in ergonomics. In *Ergonomics* (Vol. 58, Issue 1, pp. 1–17). Taylor & Francis. <https://doi.org/10.1080/00140139.2014.956151>

This page is intentionally left blank