

ANALISIS BEBAN KERJA FISIK DALAM PENENTUAN WAKTU ISTIRAHAT PADA KARYAWAN *WELDER* PADA PT MCDERMOT INDONESIA

Fernando Dominggus Awola¹, Sri Zetli²

¹Program Studi Teknik Industri, Universitas Putera Batam

²Program Studi Teknik industri, Universitas Putera Batam

email: pb200410086@upbatam.ac.id

ABSTRACT

This study aims to analyze the physical workload and determine the optimal rest time for welders at PT McDermott Indonesia using a physiological approach. Workload was measured through the Cardiovascular Load (CVL) method and energy consumption based on heart rates during work. The results showed that %CVL ranged from 30%–59%, categorized as "needs improvement." Most workers had energy consumption <5 Kcal/min, but three workers exceeded this threshold: two morning shift level-2 welders (Putra 5.07 Kcal/min; Hotmianto 5.05 Kcal/min) and one night shift level-4 welder (Deo 5.25 Kcal/min). These workers required additional rest times of 11.8 minutes, 8.5 minutes, and 38.7 minutes, respectively. Meanwhile, the standard 30-minute rest period was sufficient for others.

Keywords: *CVL; Employee Performance; Job Fatigue; Physiological Workload*

PENDAHULUAN

Diera perkembangan zaman dan teknologi yang semakin maju, karyawan harus bisa menyesuaikan diri dalam segala kondisi dan memberikan performa kerja yang baik bagi perusahaan. Performa yang baik dipengaruhi oleh banyak faktor yang berkaitan dengan tempat kerja diantaranya lingkungan kerja, kondisi kerja, beban kerja, hingga posisi tugas dan tanggung jawab yang diberikan. Setiap karyawan harus dapat menyesuaikan diri dan menyelesaikan tugas yang diberikan. Jika tugas yang diberikan tidak terselesaikan dengan baik makanya tugas tersebut akan menjadi suatu beban kerja

Beban kerja fisik merupakan beban kerja yang diterima fisik pekerja yang melaksanakan pekerjaannya dengan hanya mengandalkan aktivitas fisik yang

akan mengakibatkan terjadinya perubahan fisik pada fungsi organ tubuh. Beban kerja fisik seseorang dapat diamati dari pendekatan fisiologis dimana berat ringannya beban yang dialami akan dinilai ketika seseorang sedang mengerjakan kapasitas kerja fisiknya.

Pendekatan fisiologi mempunyai tujuan mengurangi beban pekerjaan dalam untuk perbaikan sistem kerja dalam rangka mengurangi beban kerja agar tidak menyebabkan kelelahan yang berlebihan terhadap pekerja (Fathimahhayati et al., 2019). Kelelahan kerja adalah salah satu permasalahan kesehatan dan keselamatan kerja yang dapat menjadi faktor resiko kecelakaan pada saat bekerja.

Masih banyak aktivitas fisik yang dilakukan di beberapa lokasi kerja di perusahaan ini, terutama pada bagian

welder. Aktivitas mereka meliputi persiapan pekerjaan, seperti menarik kabel welding dan hose gerinda sejauh sekitar 15 meter dengan beban sekitar 30 kg. Pekerjaan ini sering dilakukan di area terbuka, sehingga kondisi lingkungan kerja sangat dipengaruhi oleh cuaca. Panas dari lingkungan luar, ditambah panas yang dihasilkan dari aktivitas pengelasan, menyebabkan kelelahan fisik yang signifikan bagi para pekerja. Akibatnya, kesehatan karyawan terganggu, dengan data perusahaan menunjukkan bahwa 3-5 pekerja welder mengalami sakit setiap harinya.

Beban kerja fisik yang tinggi ini menyebabkan para welder mengalami kelelahan fisik. Waktu istirahat yang diberikan perusahaan adalah 30 menit, namun dengan kondisi kerja yang berat dan temperatur lingkungan yang panas, waktu ini dirasa tidak cukup. Meskipun demikian, waktu istirahat tersebut tetap dihitung sebagai jam kerja yang dibayar. Berdasarkan survei, masih ada pekerja yang merasa kondisi fisiknya menurun, dengan 3-5 orang per hari meminta izin sakit (MC) ke klinik.

KAJIAN TEORI

2.1 Beban Kerja

Beban kerja merupakan kombinasi antara peran seorang karyawan dan keterampilannya dalam menjalankan tanggung jawab pekerjaannya. Secara umum, pekerjaan terbagi menjadi dua jenis, yaitu fisik dan psikis. Oleh karena itu, setiap anggota tim memiliki perbedaan yang khas dibandingkan dengan anggota lainnya. Jika perbedaan pendapat terlalu besar, hal ini dapat meningkatkan kebutuhan energi serta memengaruhi kondisi emosional seseorang. Sebaliknya, beban kerja

yang terlalu rendah juga dapat menyebabkan kelelahan, kejenuhan, kebosanan, dan kondisi *understress* (Marom et al., 2023).

Untuk mengendalikan beban kerja dengan lebih baik, beberapa langkah yang dapat diterapkan adalah (Nurdin et al., 2020):

1. Menghindari beban kerja yang terlalu tinggi atau terlalu rendah, dengan menyesuakannya terhadap kapasitas karyawan.
2. Memberikan kesempatan pengembangan karier, pelatihan, serta promosi bagi karyawan.
3. Membangun lingkungan sosial kerja yang positif dan kolaboratif.
4. Merancang tugas pekerjaan yang memberikan tantangan serta kesempatan untuk mengembangkan keterampilan karyawan.

2.2 Faktor Beban Kerja

Beban kerja dipengaruhi oleh dua faktor utama, yaitu eksternal dan internal antara lain (Hafizh & Prabowo, 2023):

1. Faktor Eksternal
 - a. Kondisi fisik pekerjaan, seperti tata letak tempat kerja, peralatan, serta kompleksitas tugas.
 - b. Organisasi kerja, yang meliputi jam kerja, shift kerja, waktu istirahat, sistem pembayaran, serta struktur organisasi.
 - c. Lingkungan kerja, baik dari segi fisik, kimia, biologi, maupun psikologi.
2. Faktor Internal

Faktor beban kerja internal adalah variabel internal yang muncul sebagai reaksi terhadap tekanan eksternal yang meliputi:

 - a. Faktor psikologis, seperti motivasi, persepsi, dan kepuasan kerja.
 - b. Faktor fisik, seperti usia, jenis

kelamin, kondisi kesehatan, serta status gizi karyawan.

2.3 Beban Kerja Fisik

Beban kerja fisik melibatkan aktivitas yang memerlukan kontak langsung dengan objek kerja. Kondisi fisik yang prima sangat diperlukan untuk menjalankan pekerjaan ini, dengan mempertimbangkan kemampuan individu dan faktor usia. Salah satu metode untuk menganalisis beban kerja fisik adalah dengan mengukur denyut jantung menggunakan Electrocardiograph (ECG) atau metode stopwatch dengan hitungan 10 denyut (Syapujagat & Mundari, 2023).

2.4 Pengendalian Beban Kerja

Untuk mengendalikan beban kerja dengan lebih baik, beberapa langkah yang dapat diterapkan adalah (Nurdin et al., 2020):

1. Menghindari beban kerja yang terlalu tinggi atau terlalu rendah, dengan menyesuaikannya terhadap kapasitas karyawan.
2. Memberikan kesempatan pengembangan karier, pelatihan, serta promosi bagi karyawan.
3. Membangun lingkungan sosial kerja yang positif dan kolaboratif.
4. Merancang tugas pekerjaan yang memberikan tantangan serta kesempatan untuk mengembangkan keterampilan karyawan.

2.5 Penentuan Waktu Istirahat

Metode untuk menentukan kebutuhan waktu istirahat dapat menggunakan pendekatan fisiologis, di mana konsumsi energi dihitung berdasarkan kecepatan denyut jantung (Alfonso et al., 2022). Dengan metode ini, waktu istirahat yang diperlukan dapat dikalkulasi secara optimal guna

mencegah kelelahan kerja yang berlebihan sebagai berikut:

$$E = 1,80411 - 0,0229038 X + 4,71733 X^{10-4 X^2}$$

Dimana:

E = Energi (Kkal/menit)

X = Kecepatan denyut jantung/nadi (denyut/menit).

Selanjutnya, konsumsi energi diubah menjadi kebutuhan waktu istirahat dengan menggunakan persamaan Murrell sebagai berikut:

$$Rt = 0 \text{ untuk } K < S$$

$$K = Et - Ei$$

Dimana:

K = Konsumsi energi (kilokalori/menit)

Et = Pengeluaran energi pada waktu kerja tertentu (kilokalori/menit)

Ei = Pengeluaran energi pada waktu sebelum bekerja

2.4 Metode Cardiovascular Load (CVL)

Metode Cardiovascular Load (CVL) adalah perbandingan antara denyut nadi maksimum dan peningkatan denyut nadi. Sedangkan *Full Time Equivalent* adalah metode yang menganalisis beban kerja yang berbasis waktu dengan cara mengukur lama waktu penyelesaian pekerjaan kemudian waktu tersebut dikonversikan ke dalam indeks nilai FTE.

$$\frac{\text{Denyut sebelum aktivitas}}{10 \text{ denyut}} \times 60 \text{ denyut/menit} = \frac{\text{Waktu 10 denyut sebelum aktifitas}}{\text{Waktu 10 denyut sebelum aktifitas}} \times 60 \text{ denyut/menit}$$

Denyut sesudah aktivitas

$$= \frac{10 \text{ denyut}}{\text{Waktu 10 denyut sesudah aktifitas}} \times 60 \text{ denyut/menit}$$

Dalam menentukan klasifikasi beban kerja berdasarkan denyut nadi kerja berbeda dengan denyut nadi maksimum. Beban kardiovaskular (%CVL) ini dihitung dengan rumus:

$$\text{Denyut sebelum aktivitas} = \frac{10 \text{ denyut}}{\text{Waktu 10 denyut sebelum aktifitas}} \times 60 \text{ denyut/menit}$$

$$\%CVL = \frac{(\text{denyut nadi kerja} - \text{denyut nadi istirahat})}{(\text{denyut nadi max} - \text{denyut nadi istirahat})} \times 100\%$$

Table 1. Klasifikasi %CVL

%CVL	Klasifikasi %CVL
>30%	Titik terjadi kelelahan
30% - 60%	Diperlukan perbaikan
60% - 80%	Kerja dalam waktu singkat
80% - 100%	Diperlukan tindakan segera
>100%	Tidak diperbolehkan beraktivitas

Terdapat 2 variabel pada penelitian ini yaitu: Pengukuran beban kerja fisik dilakukan dengan menggunakan % CVL yaitu dengan mengukur denyut nadi pekerja untuk mengetahui tingkat kelelahan dan waktu istirahat.

Populasi dari penelitian ini adalah seluruh pekerja *welder* yang bekerja di lokasi Str PP Marjan PT MCDermott Indonesia dengan total 124 *welder*. Sampel pada penelitian ini adalah pekerja *welder shift* pagi dan *shift* malam dengan durasi waktu bekerja yang sudah lebih dari 1 tahun, sehingga sampel pada penelitian ini adalah 40 orang.

Tahapan pengolahan data dilakukan sesuai dengan tahapan berikut:

1. Perhitungan Beban Kerja Fisik Menggunakan Metode *Cardiovaskular Load (CVL)*
2. Perhitungan Konsumsi Energi
3. Penentuan Waktu Istirahat

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Beban Kerja Fisik Menggunakan Metode *Cardiovaskular Load (CVL)*

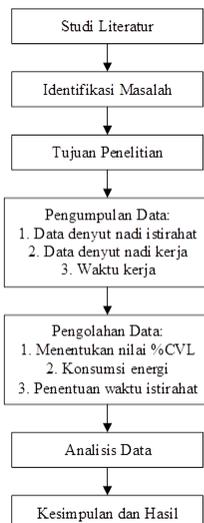
a. *Cardiovaskular Load (CVL) Shift* Pagi Level 1

Sebelum melakukan perhitungan *Cardiovaskular Load*, terlebih dahulu ditentukan denyut nadi *max* pada setiap pekerja dengan rumus:

$$\text{Denyut nadi max} = 220 - \text{Umur (Bagi pekerja Laki - laki)}$$

Maka rekapitulasi denyut nadi pada pekerja *shift* pagi level 1 dapat dilihat pada tabel berikut:

METODE PENELITIAN



Gambar 1. Desain Penelitian.
(Sumber: Data Penelitian, 2024)

Table 2. Rekapitulasi Denyut Nadi Pada Pekerja Shift Pagi Level 1

No.	Nama	Usia	DNI (Denyut/Menit)	DNK (Denyut/Menit)	DNK Max (Denyut/Menit)
1	Eriko	38	67	125.26	182
2	Anggiat	43	67	129.21	177
3	Aslen	24	63	127.32	196
4	Luas	45	66	125.16	175
5	Lelo	34	65	124.47	186

(Sumber: Data Penelitian, 2024)

Table 3. Rekapitulasi Persentase CVL Pekerja Shift Pagi Level 1

No.	Nama	Usia	%CVL	Klasifikasi %CVL
1	Eriko	38	51%	Diperlukan Perbaikan
2	Anggiat	43	57%	Diperlukan Perbaikan
3	Aslen	24	48%	Diperlukan Perbaikan
4	Luas	45	54%	Diperlukan Perbaikan
5	Lelo	34	49%	Diperlukan Perbaikan

(Sumber: Data Penelitian, 2024)

4.2 Perhitungan Konsumsi Energi

Selanjutnya dilakukan perhitungan konsumsi energi yaitu dengan mengukur energi yang dikeluarkan (*energy expenditure*) melalui asupan oksigen selama bekerja. Perhitungan konsumsi

energi pekerja welder dilakukan berdasarkan *shift* serta *level* kerja yaitu *shift* pagi *level 1 – level 4* dan *shift* malam *level 1 – level 4*.

a. Konsumsi Energi Shift Pagi Level 1

Table 4. Rata-Rata Denyut Nadi Pekerja Welder Shift Pagi Level 1

No.	Nama	Usia	Rata-Rata DNK (Menit)	Rata-Rata DNI (Menit)
1	Eriko	38	125.26	67
2	Anggiat	43	129.21	67
3	Aslen	24	127.32	63
4	Luas	45	125.16	66
5	Lelo	34	124.47	65

Berdasarkan tabel rata-rata denyut nadi pekerja welder *shift* pagi *level 1* diatas, maka dapat ditentukan konsumsi energi kerja yang dihasilkan oleh pekerja welder *shift* pagi *level 1* adalah:

$$Ek = 1,80411 - 0,0229038 X + 4,71733 \times 10^{-4} X^2$$

$$Ek = 1,80411 - 0,0229038 (125.26) + 4,71733 \times 10^{-4} (125.26)^2$$

$$Ek = 1,80411 - 2.869 + 7.4019$$

$$Ek = 6.34 \text{ Kkal/menit}$$

Sedangkan untuk perhitungan konsumsi energi istirahat dapat digunakan dengan rumus:

$$E_i = 1,80411 - 0,0229038 X + 4,71733 \times 10^{-4} X^2$$

$$E_i = 1,80411 - 0,0229038 (67) + 4,71733 \times 10^{-4} (67)^2$$

$$E_i = 1,80411 - 1.5346 + 2.1176$$

$$E_i = 2.39 \text{ Kkal/menit}$$

Table 5. Konsumsi Energi Pekerja *Welder* Shift Pagi Level 1

No.	Nama	Usia	Rata-Rata DNK (Menit)	Rata-Rata DNI (Menit)	Konsumsi Energi Kerja (Ek)	Konsumsi Energi Istirahat (Ei)
1	Eriko	38	125.26	67	6.34	2.39
2	Anggiat	43	129.21	67	6.72	2.39
3	Aslen	24	127.32	63	6.53	2.23
4	Luas	45	125.16	66	6.33	2.35
5	Lelo	34	124.47	65	6.26	2.31

(Sumber: Data Peneliti, 2024)

4.3 Penentuan Waktu Istirahat

Selanjutnya dilakukan penentuan waktu istirahat pada pekerja *welder shift* pagi *level 1 – level 4* serta *welder shift* malam *level 1 – level 4* yang dilakukan dengan menentukan terlebih dahulu nilai K (konsumsi energi) dengan menghitung selisih dari Pengeluaran energi pada waktu kerja (kilokalori/menit) dengan

pengeluaran energi pada waktu istirahat (kilokalori/menit). Dimana jika nilai K (konsumsi energi) lebih kecil dari 5 kkal/menit, maka tidak membutuhkan waktu istirahat tambahan.

- a. Perhitungan waktu istirahat *shift* pagi *level 2*

Table 6. Konsumsi Energi (K) Pekerja *Welder Shift* Pagi Level 2

No.	Nama	Energi Kerja (Ek)	Energi Istirahat (Ei)	Konsumsi Energi (K)	Keterangan
1	Alex	7.31	2.49	4.82	Waktu istirahat saat ini cukup
2	Michael	6.36	2.49	3.87	Waktu istirahat saat ini cukup
3	Putra	7.33	2.25	5.07	Membutuhkan waktu istirahat tambahan 11.8 menit
4	Hotmianto	7.38	2.33	5.05	Membutuhkan waktu istirahat tambahan 8.5 menit
5	Rifo	5.58	2.58	3.00	Waktu istirahat saat ini cukup

(Sumber: Data Peneliti, 2024)

Karena nilai K pada beberapa pekerja lebih kecil dari S ($K < S$), dimana nilai S yaitu pengeluaran energi rata-rata yang direkomendasikan (pria = 5 kkal/mnt, wanita = 4 kkal/mnt, maka ($R_t = 0$). Artinya waktu istirahat untuk beberapa pekerja sudah cukup, namun beberapa pekerja membutuhkan waktu istirahat tambahan yaitu pada Putra (11.8 menit) dan Hotmianto (8.5 menit) karena nilai K yang dihasilkan lebih besar dari nilai S. Maka perhitungan waktu istirahat dapat dilakukan dengan rumus:

$$Tr = Ts \left| \frac{K - S}{K - 1,5} \right|$$

$$Tr = 570 \left| \frac{5,07 - 5}{5,07 - 1,5} \right|$$

$$Tr = 570 \left| \frac{0,07}{3,57} \right|$$

$$Tr = 11.8 \text{ menit (Putra)}$$

$$Tr = Ts \left| \frac{K - S}{K - 1,5} \right|$$

$$Tr = 570 \left| \frac{5,05 - 5}{5,05 - 1,5} \right|$$

$$Tr = 570 \left| \frac{0,05}{3,55} \right|$$

$$Tr = 8.5 \text{ menit (Hotmianto)}$$

b. Perhitungan waktu istirahat *shift* malam *level* 4

Table 7. Konsumsi Energi (K) Pekerja Welder Shift Malam Level 4

No.	Nama	Energi Kerja (Ek)	Energi Istirahat (Ei)	Konsumsi Energi (K)	Keterangan
1	Canro	6.35	3.41	2.94	Waktu istirahat saat ini cukup
2	Deo	7.95	2.69	5.25	Membutuhkan waktu istirahat tambahan 38.7 menit
3	Fahrul	7.60	2.79	4.82	Waktu istirahat saat ini cukup
4	Herman Saleh	6.95	3.21	3.74	Waktu istirahat saat ini cukup
5	Akbar	7.97	3.41	4.56	Waktu istirahat saat ini cukup

(Sumber: Data Peneliti, 2024)

Karena nilai K pada beberapa pekerja lebih kecil dari S ($K < S$), dimana nilai S yaitu pengeluaran energi rata-rata yang direkomendasikan (pria = 5 kkal/mnt, wanita = 4 kkal/mnt, maka ($R_t = 0$). Artinya waktu istirahat untuk beberapa pekerja sudah cukup, namun beberapa pekerja membutuhkan waktu istirahat tambahan yaitu pada Deo (38.7 menit) karena nilai K yang dihasilkan lebih besar dari nilai S. Maka perhitungan waktu istirahat dapat dilakukan dengan rumus:

$$Tr = Ts \left| \frac{K - S}{K - 1,5} \right|$$

$$Tr = 570 \left| \frac{5,25 - 5}{5,25 - 1,5} \right|$$

$$Tr = 570 \left| \frac{0,25}{3,75} \right|$$

$$Tr = 38.7 \text{ menit (Deo)}$$

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan dan analisa data maka penulis dapat mengambil suatu kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan beban kerja dengan menggunakan metode *Cardiovaskular Load* (CVL) diperoleh %CVL pada setiap pekerja *welder* berada pada *range* 30% - 59% sehingga berada pada klasifikasi diperlukan perbaikan.
2. Hasil perhitungan konsumsi energi berdasarkan denyut nadi pekerja saat sedang bekerja didapatkan hasil bahwa terdapat 3 pekerja *welder* yang memiliki konsumsi energi lebih besar dari 5 ($K > 5$) yaitu pekerja *welder shift* pagi *level 2* (Putra 5.07 Kkal/menit dan Hotmianto 5.05 Kkal/menit) dan pekerja *welder shift* malam *level 4* (Deo 5.25 Kkal/menit). Sedangkan pada pekerja *welder* lainnya memiliki konsumsi energi lebih kecil dari 5 ($K < 5$).
3. Berdasarkan hasil analisis dengan pendekatan fisiologis untuk penentuan waktu istirahat melalui perhitungan konsumsi energi yang dibutuhkan selama bekerja yang dikonversikan kedalam kebutuhan waktu istirahat didapatkan hasil bahwa terdapat 3 pekerja *welder* yang membutuhkan tambahan waktu istirahat yaitu pekerja *welder shift* pagi *level 2* (Putra 11.8 menit dan Hotmianto 8.5 menit) dan pekerja *welder shift* malam *level 4* (Deo 38.7 menit). Sedangkan pada pekerja *welder* lainnya jam istirahat yang diberikan atau yang sudah ada yaitu 30 menit sudah cukup

DAFTAR PUSTAKA

- Alfonso, I. E., Widodo, L., & Sukania, I. W. (2022). Analisa Beban Kerja Fisik Dan Mental Untuk Menentukan Jumlah Pekerja Optimal Di Pt X. *Jurnal Mitra Teknik Industri*, 1(1). <https://doi.org/10.24912/jmti.v1i1.18269>
- Hafizh, M. A., & Prabowo, R. (2023). Implementasi Lean Six Sigma untuk Meminimasi Waste Proses Produksi Obat Nyamuk Bakar. 9(1), 1–12.
- Marom, K., Ngizudin, R., & Novasani, R. J. (2023). Pendekatan NBM dan RULA Dalam Mengukur Postur Kerja Juru Las. *Journal of Industrial Engineering Tridianti*, 1(2), 24–28. <http://jietri.univ-tridianti.ac.id>
- Nurdin, A. M., Rusindiyanto, R., & Saifudin, J. A. (2020). Analisis Faktor Lingkungan Kerja Fisik Dan Penentuan Waktu Istirahat Kerja Di Pt. Xyz. *Juminten*, 1(6), 37–48. <https://doi.org/10.33005/juminten.v1i6.179>
- Syapujagat, A. B. R., & Mundari, S. (2023). Analisis Beban Kerja Untuk Menentukan Jumlah Tenaga Kerja (Studi Kasus UD. Bangkit Bersama). 2(45), 33–45.
- Hudaningsih, N., Adiasa, I., & Rizky, I. (2023). Analisis Beban Kerja Pada Pekerja Bagian Welder Di Pt. Rezza Usaha Mandiri Menggunakan Metode Cardiovascular Dan Full Time Equivalen. *Jurnal Industri & Teknologi Samawa*, 4(1), 8–14.
- Lady, L., & Wiyanto, A. S. (2019). Tingkat Kelelahan Kerja Pada Pekerja Luar Ruang Dan Pengaruh Lingkungan Fisik Terhadap Peningkatan Kelelahan. *Journal Industrial Servicess*, 5(1), 58–64.

Narpati, J. R., Ekawati, E., & Wahyuni, I. (2019). Hubungan Beban Kerja Fisik, Frekuensi Olahraga, Lama Tidur, Waktu Istirahat dan Waktu Kerja dengan Kelelahan Kerja. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 7(1), 337–344.

Novasani, R. J., & Ngizudin, R. (2022). Pengukuran Beban Kerja Pada Pegawai Kampus Menggunakan Cardiovascular Load Dan NASA-TLX. *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian Dan Karya Ilmiah Dalam Bidang Teknik Industri*, 8(2), 150.
<https://doi.org/10.24014/jti.v8i2.19870>



Fernando Dominggus Awola
Penulis pertama, merupakan mahasiswa Prodi Teknik Industri Universitas Putera Batam



Sri Zetli, S.T., M.T.
Penulis kedua, merupakan salah satu dosen Prodi Teknik Industri dengan kepakaran dibidang Ergonomi.