

Terbit online pada laman: <https://ejurnal.umri.ac.id/index.php/JST>

Jurnal Surya Teknika

| ISSN (Print) 2354-6751 | ISSN (Online) 2723-7222 |



Research Article

Analisis Beban Kerja Fisik dan Penentuan Jumlah Tenaga Kerja pada Produksi Roller Conveyor

Shoulton Arieffudin Mahfudzy*, Wiwin Widiasih

Program Studi Teknik Industri, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Jl. Semolowaru No. 45, Menur Pumpungan, Kec. Sukolilo, Surabaya 60118, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diserahkan : 20 Mei 2026
 Diterima : 3 Juni 2026
 Diterbitkan : 17 Juni 2026

KATA KUNCI

Beban Kerja Fisik, Cardiovascular Load (CVL), Kelelahan Kerja, Workload Analysis (WLA), Roller Conveyor.

KORESPONDENSI

*E-mail:
1412200056@surel.untag-sby.ac.id

A B S T R A K

Penelitian ini bertujuan menganalisis beban kerja fisik, tingkat kelelahan, dan menentukan jumlah tenaga kerja optimal pada produksi roller conveyor di divisi machining PT. XYZ. Proses kerja yang manual dengan postur berdiri terus-menerus menyebabkan tingginya kelelahan pekerja. Hal ini berdampak pada fluktuasi produksi yang kerap tidak mencapai target bulanan 3.217 unit. Penelitian ini menggunakan Cardiovascular Load (CVL) untuk mengukur beban fisik via denyut nadi, kuesioner 30 item IFRC untuk menilai kelelahan subjektif, dan Workload Analysis (WLA) untuk evaluasi beban kerja. Hasil menunjukkan rata-rata %CVL pekerja sebesar 50,02% (tergolong berat). Tingkat kelelahan meningkat drastis dari rata-rata 52 (sebelum kerja) menjadi 68 (sesudah kerja). Hasil WLA mengonfirmasi ketimpangan beban kerja antar-stasiun. Untuk mencapai target 3.217 pcs, idealnya dibutuhkan 24 pekerja, sedangkan saat ini hanya tersedia 20 orang. Perusahaan disarankan menambah 4 tenaga kerja baru dan menerapkan cross-training guna menyeimbangkan lintasan produksi.

A B S T R A C T

This study aims to analyze the physical workload, fatigue levels, and determine the optimal number of workers in roller conveyor production within the machining division of PT. XYZ. Manual work processes involving continuous standing postures cause high levels of worker fatigue. This condition impacts production fluctuations, which frequently fail to achieve the monthly target of 3,217 pcs. This research utilizes Cardiovascular Load (CVL) to measure physical workload via heart rate, the 30-item IFRC questionnaire to assess subjective fatigue, and Workload Analysis (WLA) to evaluate the workload. The results showed an average %CVL of 50.02% (classified as heavy workload). Fatigue levels increased drastically from an average score of 52 (pre-work) to 68 (post-work). WLA results confirmed a workload imbalance across workstations. To achieve the 3,217-unit target, 24 workers are ideally needed, while only 20 are currently available. The company is advised to add 4 new workers and implement cross-training to balance the production line.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan pesat teknologi industri semakin meningkatkan daya saing perusahaan. Namun, selain faktor teknologi, peran sumber daya manusia (SDM)

memegang posisi sentral dalam menciptakan sistem yang efisien dan produktif. Beban kerja yang tidak sesuai dengan kapasitas fisik pekerja dapat menyebabkan kelelahan, yang pada akhirnya

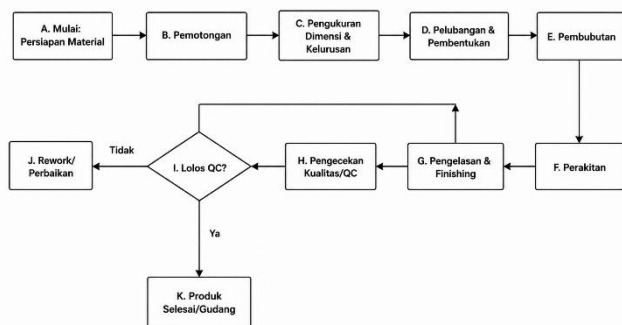
berdampak buruk terhadap produktivitas, kualitas kerja, dan keselamatan di tempat kerja [1].

PT. XYZ adalah perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang pembuatan *roller conveyor*. *Divisi machining* memegang peran vital dalam proses produksi roller conveyor. Berikut adalah gambar produk yang dihasilkan PT. XYZ:



Gambar 1. Roller Conveyor

Sebagai gambaran awal, proses produksi roller conveyor terdiri dari beberapa tahapan kerja seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 2. Alur Produksi

Para operator di divisi ini beroperasi selama 8 jam per hari dengan postur berdiri yang kurang ergonomis. Observasi pendahuluan menunjukkan bahwa posisi berdiri dalam waktu lama dan aktivitas fisik berulang menjadi penyebab utama tingginya keluhan fisik pada punggung, kaki, dan lengan pekerja. Dampaknya, tingkat pencapaian produksi selama enam bulan terakhir (Juli - Desember 2025) mengalami fluktuasi, di mana pada bulan Agustus, September, dan Desember, jumlah produksi belum mencapai target dengan tingkat aktualisasi masing-masing sebesar 96%, 98%, dan 95%. Sementara itu, pada bulan Juli, Oktober dan November target produksi berhasil tercapai 100%. Dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1.
Data Permintaan 2025

Bulan (2025)	Permintaan (pcs)	Produksi (pcs)	Presentase Capaian	Keterangan
Juli	3200	3200	100%	Tercapai
Agustus	3260	3120	96%	Tidak Tercapai
September	3000	2950	98%	Tidak Tercapai
Oktober	3000	3000	100%	Tercapai
November	3150	3150	100%	Tercapai
Desember	3150	3000	95%	Tidak Tercapai

Untuk memastikan proses operasional berjalan optimal, manajemen beban kerja yang presisi sangat diperlukan.

Penelitian ini berfokus untuk mengevaluasi kondisi tersebut secara kuantitatif menggunakan tiga pendekatan utama: *Cardiovascular Load (CVL)* adalah metode untuk mengukur tingkat beban kerja fisik seseorang berdasarkan peningkatan denyut nadi saat bekerja dibandingkan dengan denyut nadi saat istirahat[2]. Kuesioner Kelelahan Kerja IRFC adalah alat ukur berupa 30 daftar pertanyaan untuk menilai tingkat kelelahan pekerja secara subjektif berdasarkan apa yang dirasakan tubuh pekerja, seperti pegal, lemas, atau hilang fokus[3], dan *Workload Analysis (WLA)* adalah metode perhitungan beban kerja untuk menentukan jumlah pekerja ideal yang dibutuhkan di suatu stasiun agar target produksi bisa tercapai tanpa ada pekerja yang kelebihan beban atau banyak menganggur[4].

Melalui ketiga metode ini, diharapkan perusahaan dapat merumuskan kebijakan yang tepat guna menyeimbangkan beban kerja, meminimalkan kelelahan, dan meningkatkan produktivitas tenaga kerja.

2. METODOLOGI

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif yang dilaksanakan di divisi machining PT. XYZ, Objek penelitian ini adalah 20 orang operator mesin yang terlibat langsung dalam pembuatan *roller conveyor*. Tahapan pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan, wawancara, dan pengukuran langsung selama 6 hari kerja.

Pengukuran beban kerja fisik dilakukan menggunakan metode *Cardiovascular Load (CVL)*. Data denyut nadi kerja dan istirahat diukur menggunakan *oximeter*. Persentase CVL dihitung dengan membandingkan selisih denyut nadi kerja dan

istirahat terhadap selisih denyut nadi maksimum dan istirahat[5].

Perhitungan CVL dilakukan menggunakan persamaan berikut:

$$\%CVL = 100(DNK - DNI) : DNM - DNI \quad (1)$$

Denyut nadi maksimum pekerja dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$DNM = 220 - \text{umur} \quad (2)$$

Pengukuran kelelahan subjektif dilakukan dengan mendistribusikan kuesioner 30 item kelelahan dari *Industrial Fatigue Research Committee* (IFRC) Jepang kepada 20 responden sebelum dan sesudah jam kerja[6].

Analisis kebutuhan tenaga kerja dilakukan menggunakan metode *Workload Analysis* (WLA). Langkah pengerjaan WLA meliputi pencatatan waktu siklus menggunakan stopwatch, pengujian keseragaman dan kecukupan data, penentuan faktor penyesuaian metode *Westinghouse*, penentuan kelonggaran (*allowance*), serta perhitungan waktu baku untuk mengetahui kapasitas output standar dan total beban kerja WLA[7].

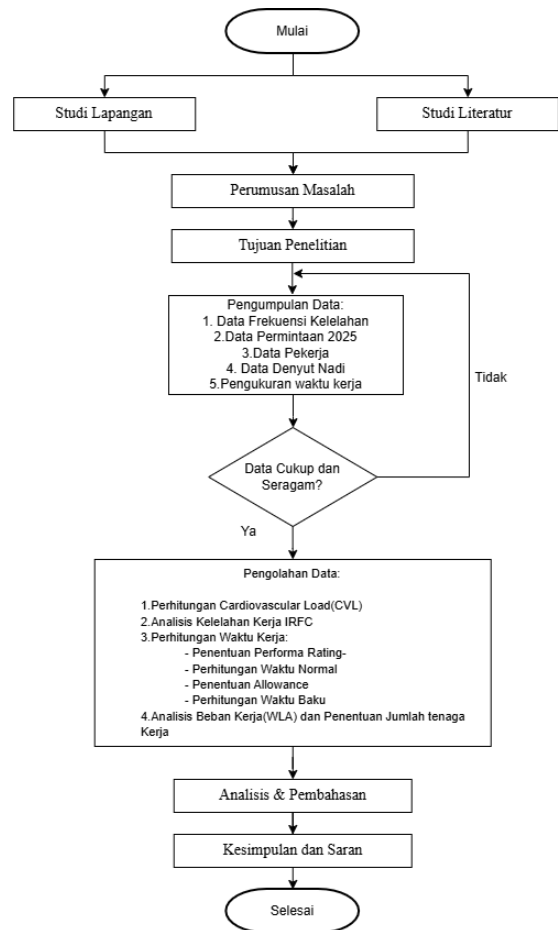
Waktu normal dihitung dengan rumus:

$$W_n = W_s \times PR \quad (3)$$

Waktu baku dihitung dengan mempertimbangkan allowance menggunakan rumus:

$$W_b = W_n \times 100\% / (100\% - \text{allowance}) \quad (4)$$

Berikut adalah alur penelitian, bisa dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 3. Flowchart Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Data Pengukuran Denyut Nadi

Pengukuran data dari denyut nadi Istirahat pertama dilakukan pada Pukul 07.00-08.00 dan pengukuran kedua dilakukan pada jam 12.00-13.00, data hasil pengukuran tersebut disajikan ke dalam tabel 2. sebagai berikut:

Tabel 2. Data Pengukuran DNI

Pekerja	Pengukuran DNI (Denyut/menit)									
	Senin		Selasa		Rabu		Kamis		Jum'at	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	75	80	77	84	78	81	79	83	77	85
2	80	84	87	89	83	86	84	88	82	90
3	82	85	88	90	87	89	86	91	83	87
4	81	84	87	85	82	88	86	90	83	89
5	77	78	78	85	79	83	81	79	78	86
6	79	82	86	84	81	85	83	87	80	88
7	80	82	84	87	81	85	83	86	82	88
8	78	81	85	83	80	87	82	84	79	86
9	90	91	88	85	82	90	86	93	89	84
10	92	84	90	87	95	91	88	92	86	94
11	87	91	84	90	88	92	85	89	87	93
12	83	89	91	87	90	88	86	85	92	87
13	80	87	85	89	82	88	90	86	83	91
14	88	86	90	91	87	85	92	88	84	90
15	90	87	88	92	85	89	86	90	87	88
16	81	84	85	87	83	86	82	88	80	85
17	79	83	87	85	80	86	84	81	82	88
18	80	83	86	88	82	85	83	87	81	89
19	80	81	84	86	81	83	82	85	79	87
20	76	80	83	85	79	82	81	84	78	86

Kemudian dilakukan Perhitungan rata-rata dan hasilnya dapat dilihat pada tabel 3. berikut ini:

Tabel 3.
Data Rata-rata DNI

No	Responden	Rata-Rata	No	Responden	Rata-Rata
1	Pekerja 1	79.9	11	Pekerja 11	88.6
2	Pekerja 2	85.3	12	Pekerja 12	87.8
3	Pekerja 3	86.8	13	Pekerja 13	86.1
4	Pekerja 4	85.5	14	Pekerja 14	88.1
5	Pekerja 5	81.5	15	Pekerja 15	88.2
6	Pekerja 6	83.5	16	Pekerja 16	83.8
7	Pekerja 7	83.8	17	Pekerja 17	83.5
8	Pekerja 8	82.5	18	Pekerja 18	84.3
9	Pekerja 9	87.8	19	Pekerja 19	82.4
10	Pekerja 10	89.9	20	Pekerja 20	81.4
Total Keseluruhan		1701			
Rata-rata Keseluruhan		85.04			

Setelah dilakukan Pengukuran denyut nadi istirahat, selanjutnya dilakukan pengukuran denyut nadi kerja pada operator kerja. Dapat dilihat pada tabel 4. sebagai berikut:

Tabel 4.
Data Pengukuran DNK

Pekerja	Pengukuran DNK (Denyut/menit)									
	Senin		Selasa		Rabu		Kamis		Jum'at	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	121	120	122	128	126	130	124	129	127	130
2	128	127	132	138	134	136	130	137	132	140
3	123	130	128	136	132	131	129	133	130	137
4	120	126	130	132	128	131	129	134	127	136
5	120	120	124	128	122	126	121	130	124	128
6	121	126	130	132	128	131	129	134	130	136
7	131	123	126	132	128	131	127	129	132	130
8	119	124	128	130	126	129	125	131	127	133
9	133	137	132	139	137	135	138	134	132	138
10	132	134	138	137	132	135	134	133	136	133
11	128	132	130	136	134	128	129	131	137	133
12	130	126	132	130	135	134	129	136	131	128
13	128	131	130	132	127	129	134	131	136	128
14	134	137	135	134	137	136	134	133	134	135
15	127	132	136	130	129	133	128	135	131	134
16	138	137	126	130	128	132	127	129	134	131
17	131	129	130	132	129	133	127	131	126	134
18	130	125	130	136	132	134	129	135	131	138
19	126	123	128	130	127	131	126	132	129	134
20	115	120	124	128	122	127	125	130	126	132

Kemudian dilakukan Perhitungan rata-rata dan hasilnya dapat dilihat pada tabel 5. berikut ini:

Tabel 5.
Data Rata-rata DNK

No	Responden	Rata-Rata	No	Responden	Rata-Rata
1	Pekerja 1	125.1	11	Pekerja 11	131.5
2	Pekerja 2	132.8	12	Pekerja 12	129.9
3	Pekerja 3	130.9	13	Pekerja 13	129.2
4	Pekerja 4	129.3	14	Pekerja 14	130.4
5	Pekerja 5	123.8	15	Pekerja 15	131.5
6	Pekerja 6	129.7	16	Pekerja 16	129.6
7	Pekerja 7	127.6	17	Pekerja 17	128.5
8	Pekerja 8	127.2	18	Pekerja 18	131
9	Pekerja 9	135.5	19	Pekerja 19	127.8
10	Pekerja 10	133.8	20	Pekerja 20	124.9
Total Keseluruhan		2590			
Rata-rata Keseluruhan		129.5			

Setelah dilakukaan pengukuran DNI dan DNA, selanjutnya dilakukan perhitungan *Cardiovascular load (CVL)*. Untuk mengetahui seberapa besar tingkat kelelahan fisik para pekerja.

3.2. Perhitungan Cardiovascular Load (CVL)

Hasil pengukuran denyut nadi terhadap 20 pekerja di PT. XYZ. diolah dengan menggunakan metode *Cardiovascular Load (CVL)* sehingga diperoleh nilai dari pembebanan kerja fisik yang diterima pekerja selama melakukan aktivitas. Perhitungan % *Cardiovascular Load (CVL)* untuk pengukurannya sebagai berikut:

Perhitungan CVL pekerja 1

$$= \frac{\text{Denyut Nadi Kerja} - \text{Denyut Nadi Istirahat}}{\text{Denyut Nadi Maksimum} - \text{Denyut Nadi Istirahat}} \times 100\%$$

$$= 220 - 27 = 193 \tag{2}$$

$$= \frac{125,1 - 79,9}{193 - 79,9} \times 100\% \tag{1}$$

$$= 39,96$$

Setelah dilakukan perhitungan % *Cardiovascular Load (CVL)* pada Pekerja 1, perhitungan untuk % *Cardiovascular Load (CVL)* lainnya disajikan dalam bentuk tabel rekapitulasi agar penyampaian data menjadi lebih ringkas dan mudah dipahami. Berikut adalah hasil rekapitulasi perhitungan CVL, dapat dilihat pada tabel 6. dibawah ini:

Tabel 6.
Rekapitulasi Hasil Perhitungan CVL

Pekerja	Umur	DNK	DNI	DNM	%CVL	Keterangan
1	27	125.10	79.90	193	40.50	Diperlukan perbaikan tetapi tidak mendesak
2	49	132.80	85.30	171	56.13	Diperlukan perbaikan tetapi tidak mendesak
3	27	130.90	86.80	193	41.53	Diperlukan perbaikan tetapi tidak mendesak
4	32	129.30	85.50	188	42.73	Diperlukan perbaikan tetapi tidak mendesak
5	36	123.80	81.50	184	42.37	Diperlukan perbaikan tetapi tidak mendesak
6	48	129.70	83.50	172	52.20	Diperlukan perbaikan tetapi tidak mendesak
7	46	127.60	83.80	174	50.00	Diperlukan perbaikan tetapi tidak mendesak
8	38	127.20	82.50	182	44.92	Diperlukan perbaikan tetapi tidak mendesak
9	50	135.50	87.80	170	58.03	Diperlukan perbaikan tetapi tidak mendesak
10	53	133.80	89.90	167	57.72	Diperlukan perbaikan tetapi tidak mendesak
11	53	131.50	88.60	167	55.10	Diperlukan perbaikan tetapi tidak mendesak
12	41	129.90	87.80	179	47.48	Diperlukan perbaikan tetapi tidak mendesak
13	51	129.20	86.10	169	53.68	Diperlukan perbaikan tetapi tidak mendesak
14	54	130.40	88.10	166	60.08	Diperbolehkan kerja dalam waktu singkat
15	52	131.50	88.20	168	54.26	Diperlukan perbaikan tetapi tidak mendesak
16	54	129.60	83.80	166	57.51	Diperlukan perbaikan tetapi tidak mendesak
17	50	128.50	83.50	170	53.99	Diperlukan perbaikan tetapi tidak mendesak
18	44	131.00	84.30	176	51.97	Diperlukan perbaikan tetapi tidak mendesak
19	26	127.80	82.40	194	41.19	Diperlukan perbaikan tetapi tidak mendesak
20	27	124.90	81.40	193	38.98	Diperlukan perbaikan tetapi tidak mendesak
Rata-rata					50.02	

Berdasarkan perhitungan diatas diperoleh bahwa hasil % CVL tertinggi adalah pekerja 14 dengan nilai 60,08 % dan nilai % CVL terendah adalah pekerja 20 dengan nilai 38,98%. Dengan rata-rata nilai % CVL adalah 50,02%.

3.3. Pengukuran Kelelahan Kerja

Pengambilan data dilakukan terhadap 20 responden pada dua periode, yakni fase sebelum mulai dan setelah selesai, guna memantau tingkat kelelahan selama shift berlangsung. Perolehan skor awal operator sebelum aktivitas produksi dapat dilihat pada Tabel 7. dan Tabel 8. berikut:

Tabel 7.
Hasil Kuisisioner 30 Sebelum Bekerja

Pekerja	Skor Kuisisioner Responden																														Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	1	1	2	3	1	3	3	1	1	3	1	1	1	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2	3	1	3	1	2	2	2	52
2	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	3	1	1	2	1	1	1	3	1	3	2	1	1	1	1	2	44
3	1	1	2	1	2	2	1	1	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	1	1	2	2	1	3	2	48	
4	1	2	3	1	1	1	1	3	2	1	2	1	2	1	2	3	1	2	3	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	48	
5	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	3	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	2	1	2	2	40	
6	2	2	1	2	2	3	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	42	
7	3	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	3	1	2	1	1	2	2	1	2	1	1	2	1	3	43	
8	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	2	2	2	1	1	2	1	1	1	1	3	1	1	1	2	1	1	1	41	
9	1	2	1	3	1	2	2	1	1	2	2	2	1	3	1	2	3	3	2	1	2	1	2	2	3	1	2	2	1	54	
10	1	1	2	1	1	2	2	3	2	1	2	1	3	3	2	3	1	1	2	2	3	2	2	2	3	3	3	2	2	60	
11	2	1	1	3	3	2	3	2	3	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	3	1	3	1	2	2	1	2	3	1	55	
12	1	3	3	1	1	2	3	1	3	2	3	2	1	2	1	1	2	1	2	2	2	2	1	1	3	1	1	3	1	53	
13	2	2	3	1	2	2	2	1	1	2	3	3	2	1	1	3	1	1	2	2	1	2	2	1	3	1	2	1	3	57	
14	1	1	3	1	2	2	1	3	1	3	2	1	1	1	3	2	3	1	1	2	2	3	2	1	1	2	2	1	2	54	
15	2	1	3	2	1	1	3	1	1	2	1	1	2	1	2	2	1	2	2	2	1	2	2	3	2	3	2	2	2	55	
16	1	2	3	3	2	1	1	3	2	3	3	1	3	2	1	2	3	2	1	1	2	1	1	1	1	3	3	2	3	61	
17	3	1	1	3	1	1	3	1	1	2	2	3	1	1	1	2	2	1	2	2	3	2	3	2	3	2	1	3	1	57	
18	1	3	2	1	1	1	2	1	2	2	3	1	3	2	1	2	2	3	2	2	2	2	3	1	3	3	1	1	1	56	
19	1	2	1	2	2	1	2	2	3	2	1	3	1	3	2	1	2	2	2	3	2	2	1	3	3	1	3	2	2	58	
20	2	1	1	3	1	3	2	1	1	1	2	3	2	2	1	2	1	3	2	2	2	1	2	3	3	3	2	3	1	58	

Selanjutnya, Perolehan skor awal operator setelah selesai melakukan aktivitas produksi dapat dilihat pada Tabel 8. berikut:

Tabel 8.
Hasil Kuisisioner 30 Sebelum Bekerja

Pekerja	Skor Kuisisioner Responden																														Total				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30					
1	1	1	2	3	1	3	3	1	1	3	1	1	1	2	2	1	2	1	1	2	1	2	1	1	2	1	3	3	1	3	1	2	2	2	54
2	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	3	3	2	1	3	1	1	2	3	3	2	3	2	1	1	1	2	49			
3	1	1	2	1	2	2	1	1	3	2	2	3	1	1	1	1	1	1	1	2	3	1	3	3	2	2	2	1	3	2	53				
4	2	2	4	2	1	1	3	2	3	2	2	2	2	1	2	3	1	3	3	1	2	2	3	1	4	1	1	1	1	1	61				
5	2	2	2	2	2	1	1	2	2	4	2	1	2	4	1	2	2	2	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	1	3	3	59			
6	3	2	2	3	4	1	1	1	1	4	2	1	1	3	2	2	2	2	3	1	1	1	2	3	1	2	2	4	1	60					
7	3	1	1	1	3	1	1	4	1	1	1	2	1	3	3	2	4	2	1	4	4	1	3	2	1	3	3	3	1	62					
8	1	4	1	2	1	2	1	1	4	2	3	4	1	2	3	3	1	3	2	3	1	1	4	1	2	2	4	1	3	1	64				
9	4	4	2	3	1	3	2	3	3	2	2	3	4	2	3	4	4	2	2	4	2	2	4	2	2	3	1	3	4	1	80				
10	3	1	3	2	2	3	2	3	2	1	4	1	3	4	3	4	2	2	3	3	4	2	3	2	3	3	3	3	2	3	79				
11	4	3	1	3	2	4	2	3	2	1	3	3	2	2	2	2	3	3	2	4	1	4	2	2	3	2	2	3	1	74					
12	3	2	4	1	1	3	3	2	4	2	4	4	2	3	1	2	2	2	3	4	2	2	3	4	3	4	3	1	3	1	79				
13	3	3	3	2	2	4	3	3	3	1	3	4	4	2	3	3	4	1	1	3	3	1	2	3	1	2	3	1	2	2	76				
14	1	3	4	1	4	3	2	3	2	3	4	4	3	4	3	2	4	3	4	2	3	2	2	2	2	2	2	4	2	85					
15	2	1	4	3	3	1	3	2	1	2	1	2	1	4	2	3	2	3	2	2	2	3	2	2	3	4	2	3	3	2	70				
16	1	2	3	3	2	1	1	3	2	3	3	1	3	2	1	2	3	2	3	2	1	1	2	1	1	1	3	3	2	3	61				
17	3	2	1	3	1	1	4	1	1	2	2	3	3	1	1	1	2	2	2	1	2	3	3	2	4	3	1	3	1	4	63				
18	1	4	3	1	1	2	3	3	3	1	3	3	1	3	3	3	4	2	2	3	4	2	2	4	1	3	4	1	1	2	70				
19	2	4	3	2	3	1	3	3	3	2	3	3	1	4	2	2	3	1	2	3	4	3	2	2	4	4	2	4	4	2	81				
20	3	2	1	3	1	4	2	1	1	2	4	4	2	2	1	4	2	3	3	4	3	1	4	4	3	4	2	4	2	4	2	78			

Hasil yang tertera dalam Tabel 7. Bahwa sebagian besar responden berada pada kategori kelelahan rendah hingga sedang di awal jam kerja. Skor awal ini berfungsi sebagai garis dasar (baseline) untuk membandingkan kondisi subjektif pekerja setelah beraktivitas, sekaligus mengukur sejauh mana beban kerja fisik di divisi machining berkontribusi terhadap penurunan performa dan peningkatan kelelahan para operator.

3.4. Analisis Kelelahan Kerja

Analisis kelelahan kerja pada penelitian ini Untuk mengukur tingkat kelelahan kerja, penelitian ini menggunakan kuisisioner 30 item indikator dari Industrial Fatigue Research Committee (IFRC). Instrumen ini membagi pertanyaan ke dalam tiga kategori keluhan, yaitu pelemahan kegiatan, penurunan motivasi, dan kelelahan fisik [8].

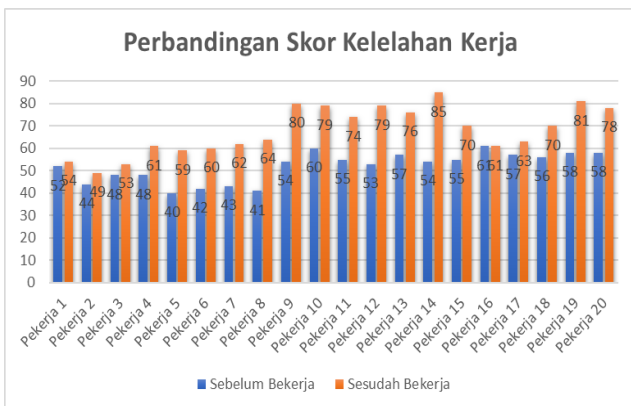
Pengukuran dilakukan dengan meminta responden memberikan penilaian pada setiap pertanyaan menggunakan skala penilaian (skor 1 hingga 4). Total akumulasi skor dari 30 item tersebut kemudian diklasifikasikan ke dalam empat tingkat kelelahan: Rendah (skor 30-52), Sedang (skor 53-75), Tinggi (skor 76-98), dan Sangat Tinggi (skor 99-120). Kuisisioner ini dibagikan kepada responden pada dua waktu, yaitu sebelum dan sesudah bekerja. Hasil rekapitulasi skor yang diperoleh sebelum pekerja memulai aktivitasnya disajikan pada Tabel 9 berikut:

Tabel 9.
Rekapitulasi Hasil Kelelahan Kerja

No	Responden	Sebelum Bekerja	Sesudah Bekerja
1	Pekerja 1	52	54
2	Pekerja 2	44	49
3	Pekerja 3	48	53
4	Pekerja 4	48	61
5	Pekerja 5	40	59
6	Pekerja 6	42	60
7	Pekerja 7	43	62
8	Pekerja 8	41	64
9	Pekerja 9	54	80
10	Pekerja 10	60	79
11	Pekerja 11	55	74
12	Pekerja 12	53	79
13	Pekerja 13	57	76
14	Pekerja 14	54	85
15	Pekerja 15	55	70
16	Pekerja 16	61	61
17	Pekerja 17	57	63
18	Pekerja 18	56	70
19	Pekerja 19	58	81
20	Pekerja 20	58	78
	Rata-rata	52	68

Tingkat kelelahan pekerja bagian produksi mengalami lonjakan rata-rata sebesar 16 poin dari skor awal 52 menjadi 68 setelah menyelesaikan shift harian. Pada kondisi sebelum bekerja, mayoritas pekerja 12 orang hanya mengalami kelelahan tingkat Sedang dan 8 orang tingkat Rendah. Setelah mengalami beban kerja produksi, kondisi memburuk di mana 9 pekerja masuk ke dalam kategori kelelahan Tinggi, 6 orang berada di tingkat Sedang, dan hanya 1 orang yang bertahan di tingkat Rendah.

Grafik perbandingan klasifikasi kelelahan kerja sebelum dan sesudah melakukan pekerjaan bisa dilihat pada gambar 4. dibawah ini:



Gambar 4. Grafik Perbandingan Skor Kelelahan Kerja

3.5. Data Produksi dan Tenaga Kerja

Data yang diambil merupakan data permintaan produksi selama 6 bulan terakhir yang mengalami fluktuasi. Dari target rata-rata permintaan sebesar 3217 pcs/bulan, realisasi produksi menunjukkan bahwa tidak semua periode mampu memenuhi target tersebut. sebesar 96%, 98%, dan 95%. Sementara itu, mengetahui berapa output yang tercapai dan tidak tercapai pada bulan tersebut. dapat dilihat pada tabel 10. Berikut ini:

Tabel 10.
Data Produksi Juli-Desember 2025

Bulan (2025)	Permintaan (pcs)	Produksi (pcs)	Presentase Capaian	Keterangan
Juli	3200	3200	100%	Tercapai
Agustus	3260	3120	96%	Tidak Tercapai
September	3000	2950	98%	Tidak Tercapai
Oktober	3000	3000	100%	Tercapai
November	3150	3150	100%	Tercapai
Desember	3150	3000	95%	Tidak Tercapai

Berdasarkan observasi di lapangan, divisi *machining* saat ini memiliki total 20 orang pekerja. Pekerja-pekerja ini dibagi ke dalam enam stasiun, yaitu stasiun pengukuran 3 orang, pemotongan 3 orang, pelubangan 2 orang, pembubutan 7 orang, perakitan 2 orang, dan pengelasan 3 orang. Data jumlah pekerja aktual inilah yang nantinya akan dibandingkan dengan jumlah pekerja ideal dari hasil perhitungan metode WLA. Dapat dilihat pada tabel 11. Dibawah ini:

Tabel 11.
Data Tenaga Kerja dan Aktivitas Kerja

No	Nama Pekerja	Aktivitas	Tugas Pekerja	Umur	Jenis Kelamin
1	Narendra	Pengukuran 1	Mengukur pipa	27	Laki - Laki
2	Zuber	Pengukuran 2	Mengukur plat	49	Laki - Laki
3	Edy Surya	Pengukuran 3	Mengukur shaft	27	Laki - Laki
4	Feri	Pemotongan 1	Memotong pipa	32	Laki - Laki
5	Imam	Pemotongan 2	Memotong plat	36	Laki - Laki
6	Hadi	Pemotongan 3	Memotong shaft	48	Laki - Laki
7	Eko	Pelubangan & Pembentukan 1	Melubangi plat	46	Laki - Laki
8	Ilham	Pelubangan & Pembentukan 2	Meratakan plat	38	Laki - Laki
9	Suem	Pembubutan 1	Membubut pipa	50	Laki - Laki
10	Junaidi	Pembubutan 2	Membubut shaft	53	Laki - Laki
11	Agus Aruji	Pembubutan 3	Membubut poros ujung	53	Laki - Laki
12	Anjar	Pembubutan 4	Membubut dudukan bearing	41	Laki - Laki
13	Anton	Pembubutan 5	Membubut permukaan roller	51	Laki - Laki
14	Sami'an	Pembubutan 6	Membubut finishing roller	54	Laki - Laki
15	Sutrisnan	Pembubutan 7	Menghaluskan hasil bubut	52	Laki - Laki
16	Naim	Perakitan 1	Memasang bearing	54	Laki - Laki
17	Rofiq	Perakitan 2	Merakit roller	50	Laki - Laki
18	Edy Suprayitno	Pengelasan & Finishing 1	Tack weld komponen	44	Laki - Laki
19	Sahrul	Pengelasan & Finishing 2	Mengelas komponen	26	Laki - Laki
20	Dani	Pengelasan & Finishing 3	Finishing produk	27	Laki - Laki

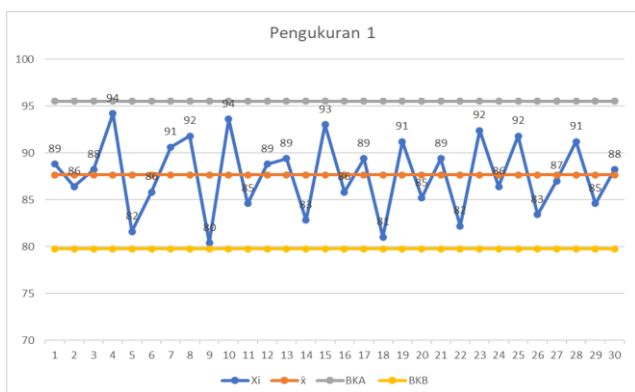
3.6. Uji Keseragaman, Kecukupan Data, dan Penentuan Waktu Baku

Pengumpulan data waktu kerja dilakukan melalui teknik *time study* dengan melakukan 30 kali observasi (N=30) pada setiap elemen pekerjaan di keenam stasiun machining. Kumpulan data tersebut kemudian diverifikasi melalui uji keseragaman statistik untuk mengeliminasi nilai outlier yang berada di luar rentang Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB). Berikut perhitungan uji keseragaman data dapat dilihat pada tabel 12 dibawah ini:

Tabel 12.

Hasil Uji Keseragaman Data Per Operasi

No	Operasi	Standart Deviasi (DS)	Tingkat Ketelitian (S)	Tingkat Kepercayaan (CL)	Nilai Kostanta (K)	BKA	BKB
1	Pengukuran 1	3.94	4%	96%	2	95.52	79.76
2	Pengukuran 2	3.16	5%	95%	2	66.26	53.62
3	Pengukuran 3	3.37	6%	94%	2	67.35	53.89
4	Pemotongan 1	7.74	4%	96%	2	195.52	164.56
5	Pemotongan 2	6.74	4%	96%	2	196.22	169.26
6	Pemotongan 3	6.68	3%	97%	2	221.40	194.68
7	Pelubangan & Pembentukan 1	7.76	3%	97%	2	314.19	283.17
8	Pelubangan & Pembentukan 2	6.25	2%	98%	2	312.45	287.43
9	Pembubutan 1	6.71	3%	97%	2	256.77	229.91
10	Pembubutan 2	7.19	2%	98%	2	314.32	285.56
11	Pembubutan 3	6.36	2%	98%	2	285.21	259.75
12	Pembubutan 4	6.76	2%	98%	2	308.46	281.42
13	Pembubutan 5	5.41	2%	98%	2	247.55	225.89
14	Pembubutan 6	4.98	2%	98%	2	261.01	241.07
15	Pembubutan 7	5.00	2%	98%	2	249.71	229.69
16	Perakitan 1	5.36	3%	97%	3	170.63	138.45
17	Perakitan 2	4.25	3%	97%	2	175.08	158.08
18	Pengelasan & Finishing 1	5.68	3%	97%	2	201.00	178.28
19	Pengelasan & Finishing 2	6.45	4%	96%	2	192.42	166.62
20	Pengelasan & Finishing 3	6.71	4%	96%	2	195.51	168.65



Gambar 5. Grafik BKA dan BKB proses Pengukuran 1

Setelah data dinyatakan seragam, dilakukan uji kecukupan data dengan tingkat kepercayaan 95% dan derajat ketelitian 5%. Hasil perhitungan menunjukkan nilai N' (jumlah sampel teoretis) lebih kecil dari jumlah observasi aktual (N' < 30) di seluruh stasiun, yang mengonfirmasi bahwa data yang diperoleh telah valid.

Tahapan final mencakup penentuan Waktu Normal melalui pemberian performance rating metode Westinghouse, serta perhitungan Waktu Baku dengan menambahkan persentase allowance (kelonggaran) yang meliputi kebutuhan personal, pemulihan kelelahan, dan hambatan operasional. Ringkasan hasil validasi dan kalkulasi waktu baku disajikan pada Tabel 13. Dibawah ini:

Tabel 13.

Hasil Rekapitulasi Perhitungan Uji Keseragaman, Kecukupan Data dan Penentuan Waktu Baku

Stasiun Kerja	Keseragaman Data	N	N'	Kecukupan Data	Waktu Normal (menit)	Allowance (%)	Waktu Baku (menit)
Pengukuran	Seragam	30	12,3	Cukup	4,20	15%	4,83
Pemotongan	Seragam	30	14,1	Cukup	5,10	16%	5,91
Pelubangan & Pembentukan	Seragam	30	16,5	Cukup	10,50	18%	12,39
Pembubutan	Seragam	30	18,2	Cukup	21,40	20%	25,68
Perakitan	Seragam	30	13,8	Cukup	6,20	15%	7,13
Pengelasan & Finishing	Seragam	30	16,4	Cukup	7,50	22%	9,15

Berdasarkan tabel 13. di atas, stasiun Pembubutan memiliki Waktu Baku penyelesaian yang paling lama, yakni sebesar 25,68 menit per unit produk. Besarnya waktu baku ini disebabkan oleh kompleksitas kalibrasi pahat mesin bubut secara manual dan diperkuat dengan pemberian kelonggaran (*allowance*) yang tinggi 20% akibat postur kerja berdiri statis. Nilai waktu baku pada tiap stasiun inilah yang nantinya akan digunakan sebagai dasar parameter dalam menghitung beban kerja.

3.7. Perhitungan Output Standart

Setelah diperoleh nilai waktu baku pada setiap aktivitas kerja, tahap selanjutnya adalah menghitung output standar. Perhitungan output standar dilakukan untuk mengetahui jumlah produk yang dapat dihasilkan oleh operator dalam satu satuan waktu kerja berdasarkan waktu baku yang telah diperoleh. Output standar digunakan untuk mengukur kemampuan produksi serta mengetahui tingkat produktivitas pada setiap aktivitas kerja. Perhitungan output standar dilakukan menggunakan rumus:

$$\text{Output Standart} = \frac{\text{waktu kerja tersedia}}{\text{waktu baku}}$$

1. Pekerja Pengukuran 1

$$\text{Output Standart} = \frac{420}{1,65} = 254 \text{ unit/hari}$$

Output standart untuk Pekerja Pengukuran 1 sebesar 254 unit per hari menunjukkan kapasitas produksi harian berdasarkan waktu baku yang telah ditetapkan.

Perhitungan output standar untuk setiap aktivitas kerja dilakukan menggunakan waktu baku yang telah

ditetapkan sebelumnya. Hasil perhitungan dari seluruh aktivitas kemudian disusun dalam bentuk tabel rekapitulasi, Dapat dilihat dalam tabel 14 berikut:

Tabel 14.
Rekapitulasi Output Standart per pekerja

Proses	Output Standart (Hari)	Output Standart (Bulan)
Pengukuran 1	254	6612
Pengukuran 2	358	9309
Pengukuran 3	357	9286
Pemotongan 1	123	3205
Pemotongan 2	117	3047
Pemotongan 3	102	2653
Pelubangan & Pembentukan 1	69	1790
Pelubangan & Pembentukan 2	67	1753
Pembubutan 1	84	2178
Pembubutan 2	69	1805
Pembubutan 3	77	2004
Pembubutan 4	73	1904
Pembubutan 5	86	2244
Pembubutan 6	83	2161
Pembubutan 7	88	2288
Perakitan 1	147	3817
Perakitan 2	135	3501
Pengelasan & Finishing 1	113	2942
Pengelasan & Finishing 2	126	3286
Pengelasan & Finishing 3	121	3153

Hasil perhitungan output standar menunjukkan bahwa setiap aktivitas kerja memiliki kapasitas produksi yang berbeda, tergantung pada nilai waktu baku yang ditetapkan. Semakin rendah waktu baku suatu aktivitas, semakin tinggi output standar yang dapat dicapai dalam satu hari kerja. Nilai output standar ini kemudian dijadikan acuan dalam analisis beban kerja serta penentuan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan untuk setiap aktivitas produksi

3.8. Analisis Beban Kerja (WLA) dan Kebutuhan Jumlah Tenaga Kerja

Setelah mendapatkan nilai Waktu Baku pada tiap operator stasiun kerja, tahap berikutnya adalah menghitung tingkat beban kerja aktual menggunakan metode *Workload Analysis (WLA)*. untuk memenuhi target produksi bulanan, sebesar 3.217pcs *roller conveyor*. Hasil rekapitulasi perhitungan indeks beban kerja WLA dan fkebutuhan pekerja dapat dilihat pada Tabel 15. Berikut ini:

Tabel 15.
Hasil Perhitungan WLA Tiap Pekerja

No	Proses	WLA	Kebutuhan Tenaga Kerja
1	Pengukuran 1	0,42	1
2	Pengukuran 2	0,30	1
3	Pengukuran 3	0,30	1

No	Proses	WLA	Kebutuhan Tenaga Kerja
4	Pemotongan 1	0,87	1
5	Pemotongan 2	0,92	1
6	Pemotongan 3	1,06	1
7	Pelubangan & Pembentukan 1	1,57	2
8	Pelubangan & Pembentukan 2	1,60	2
9	Pembubutan 1	1,29	1
10	Pembubutan 2	1,55	2
11	Pembubutan 3	1,40	1
12	Pembubutan 4	1,47	1
13	Pembubutan 5	1,25	1
14	Pembubutan 6	1,30	1
15	Pembubutan 7	1,22	1
16	Perakitan 1	0,73	1
17	Perakitan 2	0,80	1
18	Pengelasan & Finishing 1	0,95	1
19	Pengelasan & Finishing 2	0,85	1
20	Pengelasan & Finishing 3	0,89	1

Berdasarkan Tabel 15. diatas, pendekatan yang digunakan untuk menentukan usulan penambahan tenaga kerja secara aktual adalah dengan mengakumulasikan total nilai WLA pada masing-masing kelompok stasiun kerja. Hasil penjumlahan tersebut dibulatkan untuk menentukan kebutuhan tenaga kerja total, lalu dikurangi dengan jumlah pekerja aktual. Dapat dilihat pada tabel 16. hasil di bawah ini:

Tabel 16.
Hasil Rekapitulasi WLA dan Kebutuhan Tenaga Kerja

Stasiun Kerja	Total WLA	Kebutuhan	Pekerja Aktual	Selisih	Usulan Strategi
Pengukuran	1,02	2	3	Surplus 1	Cross-training
Pemotongan	2,85	3	3	0	Seimbang
Pelubangan & Pembentukan	3,17	4	2	Defisit 2	Tambah 2
Pembubutan	9,48	10	7	Defisit 3	Tambah 3
Perakitan	1,53	2	2	0	Seimbang
Pengelasan & Finishing	2,69	3	3	0	Seimbang
TOTAL	20,74	24	20	Defisit 4	Optimalisasi

Berdasarkan Tabel 16. terlihat bahwa pembagian beban kerja di divisi machining masih belum seimbang. Stasiun Pelubangan dan Pembubutan mengalami kelebihan beban kerja (*overload*) dengan nilai indeks berturut-turut sebesar 3,17 dan 9,48. Kurangnya jumlah operator di stasiun ini menyebabkan terjadinya penumpukan pekerjaan (*bottleneck*). Sebaliknya, stasiun Pengukuran justru mengalami kekurangan beban kerja (*underload*). Dengan nilai indeks hanya 1,02 tetapi diisi oleh 3 orang pekerja, stasiun ini memiliki banyak waktu menganggur (*idle time*).

Secara keseluruhan, total indeks beban kerja (WLA) di divisi machining adalah sebesar 20,74. Jika dibulatkan, angka ini menunjukkan bahwa perusahaan idealnya membutuhkan 24 orang pekerja agar proses produksi bisa berjalan lancar. Karena jumlah pekerja aktual di lapangan saat ini hanya 20 orang, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa divisi ini mengalami kekurangan sebanyak 4 orang pekerja.

Untuk mengatasi masalah kekurangan tenaga kerja ini, perusahaan disarankan untuk melakukan penyeimbangan lintasan produksi. Salah satu langkah yang bisa diambil adalah memberikan pelatihan tambahan (*cross-training*) kepada 1 pekerja di stasiun Pengukuran, agar nantinya bisa diperbantukan ke stasiun Pelubangan saat sedang sibuk. Selain itu, perusahaan tetap disarankan untuk merekrut 4 tenaga kerja baru untuk ditempatkan di stasiun Pembubutan. Penambahan personel ini diharapkan dapat mengurangi penumpukan pekerjaan, menurunkan kelelahan fisik operator, dan memastikan target 3.217pcs selalu tercapai.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian di divisi machining PT.XYZ, dapat disimpulkan bahwa pekerja mengalami beban fisik yang berat dengan rata-rata persentase Cardiovascular Load (%CVL) sebesar 50,02%. Tingginya beban fisik ini berdampak langsung pada lonjakan tingkat kelelahan pekerja, yang dibuktikan dengan naiknya skor rata-rata kuesioner IFRC dari 52 (sebelum bekerja) menjadi 68 (sesudah bekerja). Selain itu, hasil perhitungan Workload Analysis (WLA) menunjukkan adanya ketidakseimbangan lintasan produksi yang memicu tumpukan pekerjaan (*bottleneck*) di stasiun pelubangan dan pembubutan. Untuk dapat mencapai target produksi sebesar 3.217 unit per bulan secara

konsisten, divisi ini idealnya membutuhkan 24 orang pekerja. Karena saat ini hanya tersedia 20 orang pekerja aktual, maka terjadi kekurangan kapasitas sebanyak 4 orang operator.

Sebagai aplikasi dari hasil penelitian ini, perusahaan disarankan untuk segera merekrut 4 tenaga kerja baru di stasiun pembubutan dan menerapkan sistem pelatihan silang (*cross-training*) bagi pekerja yang memiliki waktu luang. Sementara itu, untuk prospek pengembangan penelitian selanjutnya, disarankan adanya kajian lanjutan mengenai perancangan ulang stasiun kerja yang lebih ergonomis. Hal ini dapat berupa pengadaan fasilitas kursi kerja fleksibel atau penambahan alat bantu mekanis (*material handling equipment*) untuk mengurangi aktivitas angkat angkut manual, sehingga risiko kelelahan dan nyeri otot pada pekerja dapat ditekan secara lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Al Farizi dan W. Widiasih, "Evaluasi Penerapan Lean Manufacturing, Beban Kerja Fisik dan Mental pada Divisi Manual Setting," *JISO*, vol. 7, no. 1, pp. 39–45, Jun. 2024, doi: 10.51804/jiso.v7i1.39-45.
- [2] R. F. Efendi, L. Yuliana, dan M. Ramdan, "Analisis Beban Kerja terhadap Tingkat Kelelahan pada Pekerja PT. Anugrah Dwi Sahabat Muara Jawa," *Identifikasi*, vol. 11, no. 2, pp. 212–216, Mei 2025, doi: 10.36277/identifikasi.v11i2.553.
- [3] A. P. S. A. Sari, "Hubungan Beban Kerja Fisik dengan Kelelahan Kerja (Studi Kasus: Pekerja Produksi PT. Petrokimia Kayaku)," undergraduate thesis, Universitas Muhammadiyah Gresik, 2024.
- [4] Y. Al Fikri, "Analisis Tenaga Kerja Berdasarkan Work Load Analysis (WLA) dan Work Force Analysis (WFA) (Studi Kasus: PT. Elite Recycling Indonesia)," thesis, Universitas Islam Indonesia, 2023. [Online]. Available: <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/45787>
- [5] "Analisis Beban Kerja Fisik dan Mental Menggunakan CVL dan NASA-TLX pada Divisi Produksi PT X," *Barometer*. [Online]. Available: <https://journal-ft.unsika.ac.id/index.php/barometer/article/view/1396>

- [6] R. Rahmawati dan A. G. Azwar, "Analisis Kelelahan Subjektif dan Objektif pada Pengemudi Ojek Online di Kota Bandung," *Rekayasa Teknik Industri dan Mesin (ReTIMS)*, Jan. 2025. [Online]. Available: <https://jurnal.usbypkp.ac.id/index.php/ReTIMS/article/view/3831>
- [7] M. A. A. Nugraha dan T. Talitha, "Optimasi Produktivitas melalui Analisis Waktu Baku dengan Metode Westinghouse pada Proses Fabrikasi Pipa," *Jurnal Optimasi Teknik Industri (JOTI)*, vol. 7, no. 2, pp. 109–116, 2025, doi: 10.30998/joti.v7.i2.849.
- [8] N. Siregar dan Y. Setiawannie, "Analisis Beban Kerja dalam Penentuan Jumlah Tenaga Kerja yang Optimal dengan Metode Work Load Analysis (WLA) di PT. Willy Dwi Perkasa," *Jurnal Teknologi dan Teknik Industri (JTTI)*, vol. 3, no. 2, pp. 128–140, Okt. 2025.