



Analisis Beban Kerja dan Kebutuhan Tenaga Kerja pada lini Produksi Lemari Kaca dengan Pendekatan *Work Load Analysis (WLA)*

Deny Nur Alvianto^{1✉}, Jaka Purnama¹

⁽¹⁾Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Indonesia

DOI: 10.31004/jutin.v9i1.52438

✉ Corresponding author:

[\[denyalvianto447@gmail.com\]](mailto:denyalvianto447@gmail.com)

Article Info	Abstrak
<i>Kata kunci:</i> <i>Work load Analysis (WLA);</i> <i>Beban kerja;</i> <i>Kebutuhan tenaga kerja;</i> <i>Heart Rate Reserve (HRR);</i> <i>Waktu baku</i>	Peningkatan permintaan lemari kaca pada CV. Nanda Jaya menyebabkan beban kerja pada lini produksi semakin tinggi dan memunculkan ketidakefisienan, seperti keterlambatan penyelesaian pesanan serta potensi kelelahan operator. Penelitian ini bertujuan menganalisis beban kerja dan menentukan kebutuhan tenaga kerja optimal pada setiap stasiun produksi menggunakan metode Work-Load Analysis (WLA). Pengumpulan data dilakukan melalui observasi aktivitas kerja, pengukuran waktu kerja, pengukuran denyut nadi menggunakan Heart Rate Reserve (HRR), serta uji keseragaman dan kecukupan data. Hasil penelitian menunjukkan adanya ketidakseimbangan beban kerja antarstasiun, di mana stasiun perakitan memiliki waktu baku tertinggi, yaitu 126,60 detik, sehingga menjadi titik bottleneck dalam proses produksi.
<i>Keywords:</i> <i>Work load Analysis (WLA);</i> <i>Workload;</i> <i>Labor requirement;</i> <i>Heart Rate Reserve (HRR);</i> <i>Standard time</i>	Abstract <i>The increasing demand for glass cabinets at CV. Nanda Jaya has intensified the workload on the production line, leading to inefficiencies such as delays in order completion and potential worker fatigue. This study aims to analyze workload and determine the optimal number of workers at each workstation using the Work-Load Analysis (WLA) method. Data collection was conducted through direct observation, work-time measurement, heart rate monitoring using the Heart Rate Reserve (HRR) method, and uniformity and adequacy tests. The results indicate an imbalance in workload distribution, with the assembly station recording the highest standard time of 126.60 seconds, making it the primary bottleneck in the production process.</i>

1. PENDAHULUAN

Industri manufaktur, termasuk sektor furnitur, saat ini dituntut untuk menjaga keseimbangan antara target output, kualitas produk, dan efisiensi biaya tenaga kerja. Dalam sistem produksi yang bersifat make to order seperti pada pembuatan lemari kaca, variasi spesifikasi pesanan seringkali menimbulkan fluktuasi waktu

proses di setiap stasiun kerja. Ketidakpastian ini menuntut adanya perencanaan kapasitas yang akurat, karena ketidakseimbangan beban kerja dapat memicu terjadinya bottleneck, waktu menganggur (*idle time*), hingga penurunan produktivitas. Kebutuhan tenaga kerja merupakan elemen krusial yang harus dihitung berdasarkan total waktu kerja efektif untuk menyelesaikan aktivitas produksi secara efisien.

Beban kerja (*workload*) didefinisikan sebagai perbandingan antara kapasitas atau kemampuan pekerja dengan tuntutan pekerjaan yang harus diselesaikan dalam periode tertentu. Interaksi antara tuntutan tugas dan kapasitas individu ini sangat menentukan performa kerja. Menurut Munandar (2019), apabila tuntutan pekerjaan melebihi kapasitas individu, maka akan muncul kelelahan, stres kerja, dan penurunan produktivitas. Sebaliknya, jika beban kerja berada di bawah kapasitas normal (*underload*), hal tersebut mengindikasikan inefisiensi penggunaan sumber daya manusia. Kondisi ideal dicapai ketika beban kerja mendekati 100% dari kapasitas yang tersedia. Oleh karena itu, analisis beban kerja diperlukan untuk memastikan distribusi tugas yang proporsional dan menjaga kesehatan serta keselamatan kerja.

CV. Nanda Jaya merupakan industri skala menengah yang memproduksi lemari aluminium kaca. Berdasarkan observasi awal, peningkatan permintaan produk mengakibatkan indikasi beban kerja yang tinggi pada lini produksi. Gejala yang muncul meliputi keterlambatan penyelesaian pesanan, penurunan kinerja karyawan, dan indikasi kelelahan fisik meskipun jam kerja telah sesuai standar operasional. Secara fisiologis, beban kerja fisik yang berlebihan akan memicu respons tubuh berupa kerja otot dan kardiovaskular yang meningkat akibat tuntutan aktivitas. Jika kondisi ini dibiarkan tanpa evaluasi, kelelahan fisik (*physical fatigue*) yang terakumulasi dapat menurunkan kekuatan otot dan melambatnya reaksi pekerja, yang pada akhirnya menghambat pencapaian target produksi.

Untuk mengatasi permasalahan ketidakseimbangan lintasan produksi dan penentuan jumlah tenaga kerja, pendekatan ergonomi melalui metode *Work Load Analysis* (WLA) dinilai relevan. Metode ini efektif untuk menganalisis kebutuhan tenaga kerja berdasarkan beban kerja aktual melalui pendekatan *work sampling*, *performance rating*, dan *allowance*. Penelitian terdahulu oleh Adhitama (2024) dan Suryaningrat et al. (2021) menunjukkan bahwa penerapan WLA efektif untuk mengidentifikasi stasiun kerja yang mengalami kelebihan beban serta memberikan rekomendasi optimalisasi kinerja unit produksi. Selain itu, analisis administratif melalui WLA memungkinkan pembagian kerja dan pencapaian target menjadi lebih jelas dan rasional.

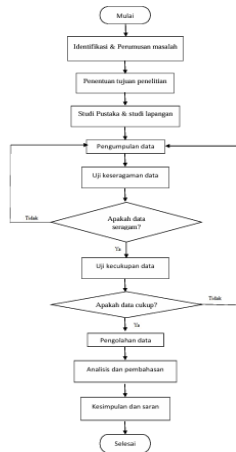
Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat beban kerja serta menentukan jumlah kebutuhan tenaga kerja yang optimal di CV. Nanda Jaya. Dengan mengintegrasikan pengukuran waktu kerja (*Stopwatch Time Study*) dan pengukuran fisiologis (*Heart Rate Reserve*). Data lapangan menunjukkan bahwa peningkatan permintaan tidak selalu dapat dipenuhi tepat waktu, sehingga menimbulkan keterlambatan penyelesaian pesanan. Selain itu, hasil observasi mengindikasikan adanya kelelahan kerja dan penurunan performa pekerja di beberapa aktivitas utama produksi, meskipun jam kerja sudah berada dalam batas operasional. Kondisi ini menunjukkan bahwa kapasitas tenaga kerja belum sebanding dengan beban kerja sebenarnya.

Pada industri kecil dan menengah (IKM), pembagian tugas pekerja sering kali tidak didasarkan pada perhitungan beban kerja aktual sehingga muncul ketidakefisienan (Wignjosoebroto, 2008). Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa *Work Load Analysis* (WLA) merupakan metode yang efektif dalam menentukan kebutuhan tenaga kerja melalui penggunaan waktu baku dan Full-Time Equivalent (FTE) (Kusuma & Riyanto, 2020; Putri et al., 2022; Wijaya & Rahman, 2021). Sementara itu, metode *Heart Rate Reserve* (HRR) telah terbukti andal dalam mengukur beban kerja fisiologis pekerja berdasarkan perubahan denyut nadi (ILO, 2019; Setiawan et al., 2021).

Meskipun penelitian mengenai beban kerja telah banyak dilakukan, penelitian khusus terkait analisis kebutuhan tenaga kerja pada industri lemari kaca aluminium masih terbatas, terutama pada usaha skala menengah seperti CV. Nanda Jaya. Oleh karena itu, penelitian ini penting untuk memberikan gambaran empiris mengenai kondisi beban kerja aktual dan menentukan jumlah tenaga kerja yang ideal berdasarkan pendekatan ilmiah yang tervalidasi. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi perbaikan alokasi tenaga kerja yang mampu meningkatkan produktivitas, mengurangi bottleneck, menyeimbangkan alur proses, serta mendukung kesehatan dan keselamatan kerja operator.

2. METODE

Penelitian yang dilakukan melalui beberapa tahapan untuk menyelesaikan permasalahan yang dihadapi, seperti pada diagram alir dibawah ini:



Gambar 1. Flowchart penelitian

PengumpulanData

Pengumpulan data yang didapatkan dari observasi dan wawancara. Dari hasil observasi dan wawancara yang telah dilakukan, selanjutnya data yang diperoleh akan diolah sendiri, meliputi data denyut nadi pekerja saat kerja dan istirahat, jumlah tenaga kerja, umur pekerja, dan pemberian rating kepada pekerja. Serta data yang hasil pengelolaan dari pihak yang telah ditetapkan dari perusahaan, meliputi data permintaan produk, kapasitas target produksi, data mesin produksi. Dari data-data ini akan digunakan untuk melakukan pengolahan dan analisis *workload* pada perhitungan yang akan dilakukan pada metode *Heart Rate Reserve(HRR)* untuk beban kerja fisik dan work load analysis untuk kebutuhan tenaga kerja.

Pengolahan Data

Dalam pengolahan data yang dilakukan ialah dengan menggunakan metode *Heart Rate Reserve(HRR)* dan Work load analysis(WLA). Tahapan yang dilakukan untuk pengolahan data metode HRR ialah dengan menghitung denyut nadi saat istirahat dengan denyut nadi maksimal, mencari rata-rata,. Sedangkan untuk pengolahan metode Work load analysis dilakukan dengan mengumpulkan waktu kerja setiap elemen proses produksi, kemudian data tersebut diuji menggunakan uji keseragaman dan kecukupan untuk memastikan validitasnya. Waktu rata-rata yang telah lolos uji dihitung menjadi waktu normal melalui faktor penyesuaian, lalu dikonversi menjadi waktu baku dengan menambahkan allowance. Selanjutnya waktu baku digunakan untuk menghitung beban kerja harian setiap stasiun kerja dan menentukan jumlah tenaga kerja optimal menggunakan metode Full-Time Equivalent (FTE). Hasil pengolahan data menunjukkan adanya stasiun yang mengalami kelebihan beban kerja sehingga membutuhkan penambahan tenaga kerja.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

Tabel 1. Data permintaan

No	Bulan	Jumlah Permintaan (Unit)	Jumlah Pemenuhan (Unit)	Jumlah Permintaan tidak terpenuhi
1	Oktober	150	139	11
2	November	142	140	2
3	Desember	139	134	5
4	Januari	135	135	0
5	Februari	135	132	3
6	Maret	127	120	7
7	April	129	129	0
8	Mei	122	122	0
9	Juni	127	127	0

No	Bulan	Jumlah Permintaan (Unit)	Jumlah Pemenuhan (Unit)	Jumlah Permintaan tidak terpenuhi
10	Juli	119	119	0
11	Agustus	127	127	0
12	September	130	126	4
Jumlah		1582	1550	32

Analisis Beban Kerja Metode *Heart Rate Reserve* (HRR)

Dalam pengolahan data yang dilakukan menggunakan metode Heart Rate Reserve(HRR) membutuhkan data- data meliputi, data denyut nadi kerja dan istirahat untuk mengetahui hasil dari rata-rata klasifikasi pekerja

Tabel 2. Denyut nadi pekerja

No	Stasiun Kerja	HR_rest (bpm)	HR_work (bpm)	HR_max (bpm)
1	Persiapan Bahan	68	85	183
2	Pemotongan Profil	70	102	184
3	Pengeboran & Penyetelan	69	90	187
4	Perakitan 1	89	110	188
5	Perakitan 2	77	111	180
6	Perakitan 3	70	102	184
7	Pemasangan Kaca & Sealant	72	102	191
8	Finishing&QC	75	98	182

Pada tabel 1. dapat dilihat bahwa denyut nadi kerja tertinggi dialami oleh pekerja perakitan 2 dengan nilai 111 (denyut/menit). Sedangkan, denyut nadi kerja terendah dialami oleh pekerja persiapan bahan dengan nilai 82 (denyut/menit).

Tabel 3. Tingkat beban kerja berdasarkan %HRR

No	Nilai HRR	Kategori HRR
1	< 30%	Ringan
2	30%-50%	Sedang
3	> 50%	Berat

Perhitungan Metode HRR

Untuk pengolahan metode Cardiovascular Load (CVL) yang diperhitungan dibawah ini merupakan perhitungan dari denyut nadi kerja dengan denyut nadi maksimal dan untuk tahap-tahap pengolahannya ialah sebagai berikut:

- A. Perhitungan HRR pada pekerja persiapan bahan
 $HR_{max} = 208 - (0,7 \times 36) = 183$
 $HRR = 183 - 68 = 115$
 $\%HRR = \frac{85-68}{115} \times 100\% = 14,81\%$

- B. Perhitungan HRR pada pekerja pemotongan
 $HR_{max} = 208 - (0,7 \times 34) = 184$
 $HRR = 184 - 70 = 114$
 $\%HRR = \frac{102-70}{114} \times 100\% = 28,02\%$

- C. Perhitungan HRR pada pekerja pengeboran

$$HR_{max} = 208 - (0,7 \times 30) = 187$$

$$HRR = 187 - 69 = 118$$

$$\%HRR = \frac{90-69}{118} \times 100\% = 17,80\%$$

- D. Perhitungan HRR pada pekerja perakitan 1
 $HR_{max} = 208 - (0,7 \times 29) = 188$
 $HRR = 188 - 89 = 99$
 $\%HRR = \frac{110-89}{99} \times 100\% = 21,28\%$

- E. Perhitungan HRR pada pekerja perakitan 2
 $HR_{max} = 208 - (0,7 \times 40) = 180$
 $HRR = 180 - 77 = 103$

$$\%HRR = \frac{111-77}{103} \times 100\% = 33,01\%$$

- F. Perhitungan HRR pada pekerja perakitan 3
 $HR_{\max} = 208 - (0,7 \times 35) = 184$
 $HRR = 184 - 70 = 114$
 $\%HRR = \frac{102-70}{114} \times 100\% = 28,19\%$

- G. Perhitungan HRR pada pekerja pemasangan

kaca&sealant

$$HR_{\max} = 208 - (0,7 \times 25) = 191$$

$$HRR = 191 - 72 = 119$$

$$\%HRR = \frac{102-72}{119} \times 100\% = 25,32\%$$

- H. Perhitungan HRR pada pekerja finishing&QC
 $HR_{\max} = 208 - (0,7 \times 37) = 182$
 $HRR = 182 - 75 = 107$
 $\%HRR = \frac{98-75}{107} \times 100\% = 21,48\%$

Tabel 4. Hasil klasifikasi %HRR

No	Pekerja	Nilai %HRR	Kategori %HRR
1	Persiapan	14,81%	Ringan (>30%)
2	Pemotongan	28,02%	Ringan (>30%)
3	Pengeboran	17,80%	Ringan (>30%)
4	Perakitan 1	21,28%	Ringan (>30%)
5	Perakitan 2	33,01%	Sedang (<30%HRR-<50%)
6	Perakitan 3	28,19%	Ringan (>30%)
7	Pemasangan kaca&sealant	25,32%	Ringan (>30%)
8	Finishing&QC	21,48%	Ringan (>30%)

Hasil Pengklasifikasian dari pengolahan data menggunakan metode HRR dapat dilihat pada tabel 3. Dimana didapatkan pekerja yang mengalami beban kerja fisik terberat, yaitu pekerja perakitan 2 dengan nilai 33,01% termasuk dalam kategori sedang.

Analisis Kebutuhan Tenaga Kerja

Hasil uji keseragaman data dan kecukupan data

1. Data yang diperoleh

- Pekerja persiapan bahan
 $(\sum x) = 1790,97$
 $(\sum x)^2 = 3207573,54$
 $\sum xi^2 = 107001,95$
- Pekerja pemotongan
 $(\sum x) = 2126,08$
 $(\sum x)^2 = 4520216,17$
 $\sum xi^2 = 150747,34$
- Pekerja pengeboran
 $(\sum x) = 1801,03$
 $(\sum x)^2 = 3243709,06$
 $\sum xi^2 = 108278,90$
- Pekerja perakitan 1
 $(\sum x) = 3797,88$
 $(\sum x)^2 = 14423892,49$
 $\sum xi^2 = 481035,31$
- Pekerja perakitan 2

$$(\sum x) = 2889,4$$

$$(\sum x)^2 = 8348632,36$$

$$\sum xi^2 = 278392,78$$

- Pekerja perakitan 3

$$(\sum x) = 1867,27$$

$$(\sum x)^2 = 3486697,25$$

$$\sum xi^2 = 116275,63$$

- Pekerja pemasangan kaca&sealant

$$(\sum x) = 2459,69$$

$$(\sum x)^2 = 6050074,90$$

$$\sum xi^2 = 201710,38$$

- Pekerja finishing&QC

$$(\sum x) = 3335,41$$

$$(\sum x)^2 = 11124959,87$$

$$\sum xi^2 = 371095,35$$

2. Menghitung tingkat ketelitian

- a. Pekerja persiapan bahan

$$S = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100\% = 1,69$$

$$S = \frac{1,69}{59,70} \times 100\% = 3\%$$

- b. Pekerja pemotongan

$$S = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100\% = 1,59$$

$$S = \frac{1,59}{70,87} \times 100\% = 2\%$$

- c. Pekerja pengeboran

$$S = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100\% = 2,31$$

$$S = \frac{2,31}{60,03} \times 100\% = 4\%$$

- d. Pekerja perakitan 1

$$S = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100\% = 2,87$$

$$S = \frac{2,87}{126,60} \times 100\% = 2\%$$

- e. Pekerja perakitan 2

$$S = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100\% = 1,90$$

$$S = \frac{1,90}{96,31} \times 100\% = 2\%$$

- f. Pekerja perakitan 3

$$S = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100\% = 1,34$$

$$S = \frac{1,34}{62,24} \times 100\% = 2\%$$

- g. Pekerja pemasangan kaca&sealant

$$S = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100\% = 1,19$$

$$S = \frac{1,19}{81,99} \times 100\% = 1\%$$

- h. Pekerja finishing&QC

$$S = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100\% = 3,01$$

$$S = \frac{3,01}{111,18} \times 100\% = 3\%$$

3. Menghitung tingkat kepercayaan

- a. Pekerja persiapan

$$CL = 100\% - S$$

$$= 100\% - 3\%$$

$$= 97\%$$

- b. Pekerja pemotongan

$$CL = 100\% - S$$

$$= 100\% - 2\%$$

$$= 98\%$$

- c. Pekerja pengeboran

$$CL = 100\% - S$$

$$= 100\% - 4\%$$

$$= 96\%$$

- d. Pekerja perakitan 1

$$CL = 100\% - S$$

$$= 100\% - 2\%$$

$$= 98\%$$

- e. Pekerja perakitan 2

$$CL = 100\% - S$$

$$= 100\% - 2\%$$

$$= 98\%$$

- f. Pekerja perakitan 3

$$CL = 100\% - S$$

$$= 100\% - 2\%$$

$$= 98\%$$

- g. Pekerja pemasangan kaca&sealant

$$CL = 100\% - S$$

$$= 100\% - 1\%$$

$$= 99\%$$

- h. Pekerja finishing&QC

$$CL = 100\% - S$$

$$= 100\% - 3\%$$

$$= 97\%$$

4. Uji kecukupan data

- a. Pekerja persiapan

$$N' = \frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{N \times \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x}$$

$$N' = \frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{30 \times 107001,95 - (1790,97)^2}}{1790,97}$$

$$N' = 1,27$$

Karena syarat $N' < N$ terpenuhi maka data pekerja persiapan bahan telah cukup

- b. Pekerja pemotongan

$$N' = \frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{N \times \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x}$$

$$N' = \frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{30 \times 4520216,17 - (2126,08)^2}}{2126,08}$$

$$N' = 2,14$$

Karena syarat $N' < N$ terpenuhi maka data pekerja pemotongan telah cukup

- c. Pekerja pengeboran

$$N' = \frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{N x \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x}$$

$$N' = \frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{30 x 108278,90 - (1802,03)^2}}{1801,03}$$

$$N' = 1,29$$

Karena syarat $N' < N$ terpenuhi maka data pekerja pengeboran telah cukup

d. Pekerja perakitan 1

$$N' = \frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{N x \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x}$$

$$N' = \frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{30 x 481035,31 - (3797,88)^2}}{3797,88}$$

$$N' = 5,73$$

Karena syarat $N' < N$ terpenuhi maka data pekerja perakitan 1 telah cukup

e. Pekerja perakitan 2

$$N' = \frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{N x \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x}$$

$$N' = \frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{30 x 278392,78 - (2889,40)^2}}{2889,40}$$

$$N' = 3,3$$

Karena syarat $N' < N$ terpenuhi maka data pekerja perakitan 2 telah cukup

f. Pekerja perakitan 3

5. Menghitung batas control atas dan bawah

a. Pekerja persiapan

$$\begin{aligned} BKA &= \bar{x} + k. \partial \\ &= 59,70 + 3.1,69 = 64,77 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} BKB &= \bar{x} - k. \partial \\ &= 59,70 - 3.1,69 = 54,63 \end{aligned}$$

b. Pekerja pemotongan

$$\begin{aligned} BKA &= \bar{x} + k. \partial \\ &= 70,87 + 3.1,59 = 75,64 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} BKB &= \bar{x} - k. \partial \\ &= 70,87 - 3.1,59 = 66,09 \end{aligned}$$

c. Pekerja pengeboran

$$\begin{aligned} BKA &= \bar{x} + k. \partial \\ &= 60,03 + 3.2,31 = 66,98 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} BKB &= \bar{x} - k. \partial \\ &= 60,03 - 3.2,31 = 53,09 \end{aligned}$$

$$N' = \frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{N x \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x}$$

$$N' = \frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{30 x 116275,63 - (1867,27)^2}}{1867,67}$$

$$N' = 1,38$$

Karena syarat $N' < N$ terpenuhi maka data pekerja perakitan 3 telah cukup

g. Pekerja pemasangan kaca&sealant

$$N' = \frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{N x \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x}$$

$$N' = \frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{30 x 201710,38 - (2459,69)^2}}{2459,69}$$

$$N' = 2,40$$

Karena syarat $N' < N$ terpenuhi maka data pekerja pemasangan kaca&sealant telah cukup

h. Pekerja finishing&QC

$$N' = \frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{N x \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x}$$

$$N' = \frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{30 x 371095 - (3335,41)^2}}{3335,41}$$

$$N' = 4,42$$

Karena syarat $N' < N$ terpenuhi maka data pekerja Finishing&QC telah cukup

d. Pekerja perakitan 1

$$\begin{aligned} BKA &= \bar{x} + k. \partial \\ &= 126,60 + 3.2,87 = 135,21 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} BKB &= \bar{x} - k. \partial \\ &= 126,60 - 3.2,87 = 117,99 \end{aligned}$$

e. Pekerja perakitan 2

$$\begin{aligned} BKA &= \bar{x} + k. \partial \\ &= 96,31 + 3.1,90 = 102,02 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} BKB &= \bar{x} - k. \partial \\ &= 96,31 - 3.1,90 = 90,60 \end{aligned}$$

f. Pekerja perakitan 3

$$\begin{aligned} BKA &= \bar{x} + k. \partial \\ &= 62,24 + 3.1,34 = 66,27 \end{aligned}$$

$$BKB = \bar{x} - k. \partial$$

$$= 62,24 - 3.1,34 = 58,21$$

g. Pekerja pemasangan

kaca&sealant

$$BKA = \bar{x} + k. \sigma$$

$$= 81,99 + 3.1,19 = 85,57$$

$$BKB = \bar{x} + k. \sigma$$

$$= 81,99 - 3.1,19 = 78,41$$

h. Pekerja finishing&QC

$$BKA = \bar{x} + k. \sigma$$

$$= 111,18 + 3.3,01 = 120,22$$

$$BKB = \bar{x} + k. \sigma$$

$$= 111,18 - 3.3,01 = 102,14$$

Tabel 5. Hasil uji keseragaman dan kecukupan data

Perhitungan	Pekerja Persiapan Bahan	Pekerja Pemotongan	Pekerja Pengeboran	Pekerja Perakitan 1	Pekerja Perakitan 2	Pekerja Perakitan 3	Pekerja Pemasangan kaca&Sealant	Pekerja Finishing&QC
SD (detik)	1,69	1,59	2,31	2,87	1,9	1,34	1,19	3,01
S (%)	3%	2%	4%	2%	2%	2%	1%	3%
CL (%)	97%	98%	96%	98%	98%	98%	99%	97%
BKA	64,77	75,64	66,98	135,21	102,02	66,27	85,57	120,22
BKB	54,63	66,09	53,09	117,19	90,6	58,21	78,41	102,14
N	30	30	30	30	30	30	30	30
N'	1,27	2,14	1,69	5,73	3,3	1,38	2,40	4,42

Berdasarkan beberapa tahapan perhitungan statistik pada tabel 4.13 di atas, dapat disimpulkan bahwa seluruh data hasil pengamatan memiliki karakteristik seragam, stabil, dan dapat dipercaya. Dengan demikian, tidak diperlukan pengulangan pengamatan dikarenakan data layak digunakan sebagai dasar perhitungan waktu normal, waktu baku, dan analisis beban kerja untuk menentukan jumlah tenaga kerja optimal pada masing-masing elemen kerja.

Penentuan Performance Rating

Tabel 6. Performance rating

Kegiatan Produksi	Skill	Effort	Condition	Consistency	Rating Factor	Performance Rating
Persiapan	+0,13 (A2)	+0,08 (B2)	+0,06 (A)	0,00 (C)	0,27	1,27
Pemotongan	+0,06 (B1)	+0,10 (B1)	+0,04 (B)	+0,04 (B)	0,24	1,24
Pengeboran	+0,13 (C1)	+0,05 (C1)	+0,04 (B)	+0,03 (C)	0,27	1,27
Perakitan 1	+0,15 (A1)	+0,08 (B2)	+0,00 (D)	+0,03 (B)	0,26	1,26
Perakitan 2	+0,08 (B2)	+0,05 (C1)	+0,02 (C)	+0,04 (A)	0,19	1,19
Perakitan 3	+0,08 (B2)	+0,15 (A1)	+0,05 (C1)	0,00 (C)	0,28	1,28
Pemasangan kaca&sealant	+0,08 (B2)	+0,05 (C1)	+0,04 (B)	+0,05 (C1)	0,22	1,22
Finishing&QC	+0,15 (A1)	+0,04 (B)	+0,05 (C1)	+0,08 (B2)	0,32	1,32

Penetapan Waktu Normal

a. Pekerja persiapan bahan

$$W_n = W_s \times p$$

$$W_n = 59,70 \times 1,27$$

$$W_n = 75,81 \text{ detik} = 1,26 \text{ menit}$$

b. Pekerja pemotongan

$$W_n = W_s \times p$$

$$W_n = 70,87 \times 1,24$$

$$W_n = 87,87 \text{ detik} = 1,46 \text{ menit}$$

c. Pekerja pengeboran

$$W_n = W_s \times p$$

$$W_n = 60,03 \times 1,27$$

$$W_n = 76,23 \text{ detik} = 1,27 \text{ menit}$$

d. Pekerja perakitan 1

$$W_n = W_s \times p$$

$$W_n = 126,60 \times 1,26$$

$$W_n = 159,51 \text{ detik} = 2,65 \text{ menit}$$

e. Pekerja perakitan 2

$$W_n = W_s \times p$$

$$W_n = 96,31 \times 1,19$$

$$W_n = 114,60 \text{ detik} = 1,91 \text{ menit}$$

- f. Pekerja perakitan 3
 $W_n = W_s \times p$
 $W_n = 62,24 \times 1,28$
 $W_n = 79,66 \text{ detik} = 1,32 \text{ menit}$
- g. Pekerja pemasangan kaca&sealant
 $W_n = W_s \times p$
 $W_n = 81,99 \times 1,22$
 $W_n = 112,02 \text{ detik} = 1,86 \text{ menit}$
- h. Pekerja finishing&QC
 $W_n = W_s \times p$
 $W_n = 111,18 \times 1,32$
 $W_n = 146,75 \text{ detik} = 2,44 \text{ menit}$

Penetapan Waktu Longgar (*Allowance*)

Tabel 7. Allowance

Pekerja	Allowance			Total (menit)	Jam kerja (menit)	Allowanceme (%)
	Personal allowance	Fatigue allowance	Delay allowance			
Persiapan bahan	10	9	12	31	420	7,4
pemotongan	8	10	12	30	420	7,1
pengeboran	9	7	10	26	420	6,2
Perakitan 1	10	7	10	27	420	6,4
Perakitan 2	9	5	12	26	420	6,2
Perakitan 3	10	6	10	26	420	6,2
pemasangan kaca&sealant	10	15	15	40	420	9,5
Finishing&QC	8	10	12	30	420	7,1

Perhitungan Waktu Standar

- a. Pekerja persiapan bahan
 $W_s = \frac{75,81}{100\% - 7,4\%} = 81,86 \text{ detik} = 1,36 \text{ menit}$
- b. Pekerja pemotongan
 $W_s = \frac{87,87}{100\% - 7,1\%} = 94,58 \text{ detik} = 1,57 \text{ menit}$
- c. Pekerja pengeboran
 $W_s = \frac{76,23}{100\% - 6,2\%} = 81,26 \text{ detik} = 1,35 \text{ menit}$
- d. Pekerja perakitan 1
 $W_s = \frac{159,51}{100\% - 6,4\%} = 170,41 \text{ detik} = 2,84 \text{ menit}$
- e. Pekerja perakitan 2
 $W_s = \frac{114,60}{100\% - 6,2\%} = 122,17 \text{ detik} = 2,03 \text{ menit}$
- f. Pekerja perakitan 3
 $W_s = \frac{79,66}{100\% - 6,2\%} = 84,92 \text{ detik} = 1,41 \text{ menit}$
- g. Pekerja pemasangan kaca&sealant
 $W_s = \frac{112,02}{100\% - 9,5\%} = 123,77 \text{ detik} = 2,06 \text{ menit}$
- h. Pekerja finishing&QC
 $W_s = \frac{146,75}{100\% - 7,1\%} = 157,96 \text{ detik} = 2,63 \text{ menit}$

Perhitungan Kebutuhan Tenaga Kerja Menggunakan Metode Work Load Analysis

Dalam 1 bulan memiliki 4 minggu sedangkan 1 minggu sama dengan 7 hari pada CV. Nanda Jaya sendiri menerapkan 6 hari kerja selama 1 minggu dengan 8 jam kerja untuk perharinya dengan 1 jam waktu istirahat.

Jam kerja/bulan = 7 jam x 26 hari = 182 x 60 menit = 10920

$$WLA = \frac{(\text{Waktu standar} \times \text{Jumlah permintaan produk})}{\text{Hari kerja} \times \text{jam kerja}} \times 1$$

- a. Pekerja persiapan bahan
 $WLA = \frac{(81,86 \times 150)}{10920} \times 1 = 1,12$
- b. Pekerja pemotongan
 $WLA = \frac{(94,58 \times 150)}{10920} \times 1 = 1,29$
- c. Pekerja pengeboran
 $WLA = \frac{(81,26 \times 150)}{10920} \times 1 = 1,11$
- d. Pekerja perakitan 1
 $WLA = \frac{(170,41 \times 150)}{10920} \times 1 = 2,34$
- e. Pekerja perakitan 2
 $WLA = \frac{(122,17 \times 150)}{10920} \times 1 = 1,67$
- f. Pekerja perakitan 3
 $WLA = \frac{(84,92 \times 150)}{10920} \times 1 = 1,16$

- g. Pekerja pemasangan kaca&sealant

$$WLA = \frac{(123,77 \times 150)}{10920} \times 1 = 1,70$$

- h. Pekerja finishing&QC

$$WLA = \frac{(157,96 \times 150)}{10920} \times 1 = 2,16$$

Tabel 7. Tenaga kerja hasil perhitungan WLA

Pekerja	Tenaga kerja hasil WLA	Tenaga kerja dari perhitungan WLA
Persiapan bahan	1,12	1
Pemotongan	1,29	1
Pengeboran	1,11	1
Perakitan 1	2,34	2
Perakitan 2	1,67	1
Perakitan 3	1,16	1
Pemasangan kaca&sealant	1,70	1
Finishing&QC	2,16	2
Jumlah	8 pekerja	10 pekerja

Dari hasil perhitungan menggunakan metode WLA dengan mengambil data permintaan produksi paling tinggi didapatkan hasil kebutuhan tenaga kerja ialah 10 orang

4. KESIMPULAN

Hasil analisis secara keseluruhan menunjukkan bahwa ketidakseimbangan beban kerja pada lini produksi CV. Nanda Jaya tidak hanya berdampak pada penurunan output, tetapi juga mempengaruhi tingkat kelelahan operator. Temuan HRR yang menunjukkan beban kerja sedang pada stasiun Perakitan 2 sejalan dengan temuan WLA yang memperlihatkan bahwa stasiun ini membutuhkan tambahan waktu proses yang lebih besar dibandingkan stasiun lain. Selain itu, stasiun Perakitan 1 dan Finishing & QC memiliki waktu baku tinggi yang berpotensi menciptakan antrian proses. Hal ini menegaskan perlunya penataan ulang alokasi tenaga kerja dan evaluasi terhadap desain proses produksi untuk meningkatkan keseimbangan kerja antarstasiun. Penyesuaian jumlah pekerja berdasarkan WLA terbukti dapat mengurangi bottleneck dan meningkatkan efisiensi operasional secara menyeluruh.

Berdasarkan pengolahan data dan pembahasan mengenai analisis beban kerja dan kebutuhan tenaga kerja pada CV. Nanda Jaya yaitu Hasil pengukuran fisiologis menggunakan metode Heart Rate Reserve (HRR) menunjukkan bahwa mayoritas stasiun kerja memiliki beban kerja dalam kategori "Ringan" (<30%). Namun, terdapat satu stasiun kerja dengan beban fisik tertinggi, yaitu stasiun Perakitan 2, yang memiliki nilai %HRR sebesar 33,01% dan masuk dalam kategori beban kerja "Sedang". Hal ini mengindikasikan adanya aktivitas fisik yang lebih berat pada stasiun tersebut dibandingkan stasiun lainnya. Sedangkan untuk kebutuhan tenaga kerja Berdasarkan perhitungan Work Load Analysis (WLA) dengan acuan permintaan tertinggi (150 unit/bulan), jumlah tenaga kerja yang ada saat ini dinilai belum optimal untuk menangani beban puncak. Hasil perhitungan merekomendasikan jumlah tenaga kerja ideal sebanyak 10 orang. Penyesuaian jumlah tenaga kerja (pembulatan ke atas) sangat diperlukan terutama pada stasiun dengan beban kerja tinggi, yaitu stasiun Perakitan 1 (nilai WLA 2,34) dan stasiun Finishing & QC (nilai WLA 2,16) yang masing-masing membutuhkan alokasi 2 orang pekerja.

5. REFERENSI

- Adhitama, L. (2024). *Pengukuran produktivitas dan analisis beban kerja menggunakan metode work sampling dan Defence Research Agency Workload Scale (DRAWS)*. (Skripsi/Thesis). Universitas Jenderal Soedirman.
- International Labour Organization (ILO). (2019). *Safety and health at the heart of the future of work: Building on 100 years of experience*. International Labour Office.
- Kusuma, A., & Riyanto, S. (2020). Analisis beban kerja dan penentuan jumlah karyawan menggunakan metode Work Load Analysis (WLA) dan Full Time Equivalent (FTE). *Jurnal Manajemen dan Teknik Industri*.
- Munandar, A. S. (2019). *Psikologi industri dan organisasi*. Universitas Indonesia (UI-Press).
- Putri, A. R., et al. (2022). Analisis beban kerja mental dan fisik menggunakan metode NASA-TLX dan CVL. *Jurnal Teknik Industri*.

- Setiawan, D., et al. (2021). Pengukuran beban kerja fisik menggunakan metode Heart Rate Reserve (HRR) pada pekerja industri. *Jurnal Ergonomi Indonesia*.
- Suryaningrat, I. B., Kuswardhani, N., & Hastuti, N. R. (2021). Optimalisasi beban kerja pada industri makanan menggunakan metode Workload Analysis (Studi kasus pada UD. MR-Jember). *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 9(2), 118–129.
- Sutalaksana, I. Z., Anggawisastra, R., & Tjakraatmadja, J. H. (2016). *Teknik perancangan sistem kerja*. Penerbit ITB.
- Wignjosoebroto, S. (2008). *Ergonomi studi gerak dan waktu*. Guna Widya.
- Wijaya, H., & Rahman, A. (2021). Analisis beban kerja fisik dan mental pada operator produksi.