



# Analisis Beban Kerja Operator pada Stasiun *Boiler* Menggunakan *Cardiovascular Load (CVL)* (Studi Kasus: PT. Socfindo Indonesia Perkebunan Seunagan)

Josua Samosir<sup>1</sup>, Sofiyannurriyanti<sup>2\*</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar, Jl. Alue Peunyareng, Meulaboh, 23681, Indonesia.

\*Corresponding author: Sofiyannurriyanti@utu.ac.id

## INFORMASI ARTIKEL

Received: 26-12-2021  
Revision: 18-02-2022  
Accepted: 21-02-2022

### Keywords:

Operator *Boiler*  
Beban Kerja  
*Cardiovascular Load*

## ABSTRAK

PT. Socfindo Indonesia Perkebunan Seunagan merupakan perusahaan yang bergerak dibidang produksi *Crude Palm Oil (CPO)* dan *Inti sawit (biji kernel)*. Di perusahaan sering terjadi nya stem naik turun saat produksi dimulai yang dimana bahan bakar *boiler* harus diisi setiap 5 menit sekali. Penelitian ini dilakukan di stasiun *boiler* yang memiliki 5 operator. Penelitian ini dilakukan selama 6 hari kerja dengan pengamatan selama 7 jam kerja per hari dan data yang akan diambil yaitu denyut nadi operator sebelum mulai kerja, setelah mulai kerja, istirahat kerja dan sesudah selesai kerja. Beban kerja yang di ukur adalah beban kerja fisik. Beban kerja fisik diukur menggunakan *cardiovascular load (CVL)*. Adapun hasil dari persentase *cardiovascular load (% CVL)* yang diterima setiap operator di stasiun *boiler* dalam perhitungan %CVL terhadap operator di stasiun boiler diatas, 3 operator di stasiun boiler yaitu Halim Bako, Wito dan Edi Sanjaya mengalami beban kerja fisik yang termasuk dalam kategori tidak terjadi kelelahan pada operator sedangkan 2 operator lainnya yaitu Suroto dan dedi freato mengalami beban kerja fisik yang termasuk dalam kategori memerlukan perbaikan dengan nilai yang didapat yaitu 33.14% (CVL 30% s/d < 60%) dan 31.15% (CVL 30% s/d < 60%).

## 1. PENDAHULUAN

Saat ini peran tenaga kerja sangat diperlukan untuk memberikan perhatian khusus bagi perusahaan. Dimana setiap perusahaan baik itu perusahaan yang sedang berkembang ataupun perusahaan yang telah maju pasti tidak akan terlepas dari tenaga kerja atau tenaga manusia. Maka dari itu perusahaan harus menyadari berapa yang dibutuhkan jumlah tenaga kerja di stasiun boiler. Beban kerja merupakan jumlah kegiatan yang harus diselesaikan oleh seseorang ataupun sekelompok orang selama waktu periode tertentu dalam keadaan normal [1].

Jika operator diberikan beban kerja yang berlebihan bisa menyebabkan cepatnya lelah dan membuat mereka cepat beristirahat, sehingga memberikan dampak buruk saat proses produksi dimulai karena terlalu lama beristirahat.. Pengisian bahan bakar boiler dilakukan setiap pagi setelah pembersihan abu dari sisa pembakaran bahan bakar boiler. Pembersihan abu dan pengisian bahan bakar boiler merupakan pekerjaan yang bersifat fisik yang menuntut kekuatan otot dan ketelitian pekerja. Beban kerja yang sangat berlebihan bisa mencelakai operator dalam melakukan pekerjaannya serta perusahaan wajib mengeluarkan dana untuk perawatan pekerja dan perusahaan menjadi kurang maksimal saat proses pengolahan produksi yang akan dihasilkan. Kerja berulang-ulang dan manual pada kondisi lingkungan yang panas adalah sering terjadinya kecelakaan kerja sehingga dapat menimbulkan penyakit akibat kerja dan salah satu faktor yang berpotensi meningkatkan beban kerja fisik (keluhan muskuloskeletal dan kelelahan)[2].

PT. Socfindo Indonesia Perkebunan Seunagan bergerak dibidang pengolahan Tanda Buah Segar (TBS) menjadi *Crude Palm Oil (CPO)* dan inti sawit (biji kernel). PT. Socfindo terletak di desa Unnamed Road, Purwodadi, Kuala Pesisir,

Kabupaten Naga Raya, Aceh. Beban kerja atau kapasitas kerja fisik yang berhubungan dengan kapasitas maksimum dari sistem fisiologi dalam menghasilkan suatu energi untuk kerja otot [3]. Agar terciptanya kondisi kerja dan lingkungan yang sehat, nyaman, aman dan efisien, biar tercapainya produktivitas yang setinggi-tingginya diperlukan pemanfaatan fungsional tubuh manusia yang optimal dan maksimal [4].

PT. Socfindo Indonesia Perkebunan Seunaga sangat membutuhkan ketel uap (*boiler*) sebagai sumber tenaga dan sumber uap yang akan digunakan untuk mengolah kelapa sawit. Bahan bakar yang sering digunakan pada boiler berupa sampah dari pengolahan kelapa sawit dan cangkang dari sisa hasil pengolahan kelapa sawit. Stasiun boiler memiliki 5 operator, Pengolahan di stasiun boiler menghasilkan produk berupa uap sebesar 20 kg/cm<sup>2</sup> (Stem). Hal inilah yang melatarbelakangi perlunya mengetahui kategori beban kerja masing-masing operator dengan menggunakan pendekatan *cardiovascular load (% CVL)*.

Adapun tujuan dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk Mengetahui Tingkat Beban Kerja Fisik Yang Diterima Oleh Operator Boiler.
2. Analisis Persentase *Cardiovascular Load (% Cvl)* Didapat Dari Data Denyut Nadi Istirahat, Denyut Nadi Kerja Dan Denyut Nadi Maksimum Operator.

## 2. METODE PENELITIAN

Saat menjalankan aktivitas selama bekerja, manusia atau operator mengalami dua jenis beban kerja, yaitu beban kerja fisik dan beban kerja mental. Beban kerja fisik menunjukkan seberapa banyak aktivitas fisik yang dilakukan manusia atau operator selama bekerja, seperti: mendorong, menarik, mengangkat, dan menurunkan beban. Sedangkan beban kerja mental merupakan kebutuhan mental seseorang, seperti: memikirkan, menghitung, dan memperkirakan sesuatu [5]. Pada kondisi lingkungan kerja sangat berpengaruh terhadap kinerja seseorang atau operator baik secara langsung maupun tidak langsung [6]. Secara umum kecepatan denyut nadi yang terjadi saat bekerja yaitu sebagai akibat dari kecepatan dari metabolisme dalam tubuh seseorang saat bekerja [7].

Beban kerja merupakan sekumpulan atau sejumlah kegiatan yang harus diselesaikan oleh suatu organisasi atau pemegang jabatan dalam jangka waktu tertentu [8]. Saat pengukuran beban kerja ada tahapan-tahapan yang harus dilakukan untuk mendapatkan hasil beban kerja yang diterima oleh operator. Adapun tahapan-tahapan yang diusulkan oleh peneliti pada penentuan beban kerja fisik, salah satu metode yang dapat digunakan yaitu metode analisis *cardiovascular load (CVL)* adalah perbandingan peningkatan denyut nadi istirahat dengan denyut nadi kerja dan denyut nadi maksimum. Dimana data yang dikumpulkan adalah data denyut nadi dengan menggunakan metode 10 denyut untuk menghitung %CVL.

### 2.1 Beban kerja

Beban kerja merupakan kemampuan tubuh pekerja dalam menerima pekerjaan. Berdasarkan sudut pandang dalam ergonomi yaitu setiap beban kerja yang diterima oleh operator harus sesuai dan seimbang terhadap kemampuan fisik maupun psikologis operator yang menerima beban kerja tersebut [9]. Beban kerja adalah frekuensi kegiatan rata-rata dari setiap masing-masing pekerjaan dalam waktu tertentu. Beban kerja yaitu suatu aktivitas atau pekerjaan yang dilakukan dengan menggunakan tenaga fisik (otot) dan ketelitian dalam berkerja [10].

### 2.2 Beban kerja fisik

Beban kerja fisik merupakan beban kerja yang memerlukan energi fisik otot manusia sebagai sumber tenaganya dan konsumsi energi merupakan faktor utama yang dijadikan tolak ukur penentu berat atau ringannya suatu pekerjaan [11]. Beban Kerja fisik mengakibatkan perubahan fungsi pada alat-alat yang ada di tubuh, yang dapat dideteksi melalui konsumsi oksigen, denyut jantung, peredaran udara dalam paru-paru, temperatur tubuh, konsentrasi asam laktat dalam darah, komposisi kimia dalam darah dan air seni, serta tingkat penguapan [12].

### 2.3 Pengukuran beban kerja fisik

Metode penilai tidak langsung yaitu metode penilai dengan menghitung denyut nadi operator selama bekerja [13]. Dimana metode ini menggunakan peralatan yang sederhana, dapat dilakukan dengan cepat, dan biaya yang begitu hemat. Untuk menentukan beban kerja fisik dengan menggunakan metode *Cardiovascular Load (%CLV)*, persentase CVL (%CVL) adalah suatu perhitungan untuk mendapatkan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi istirahat, denyut nadi kerja dibandingkan dengan denyut nadi maksimum.






Perhitungan tidak langsung dapat menggunakan stopwatch dengan metode 10 denyut nadi [14]. Saat pengukuran denyut nadi istirahat dilakukan setengah jam sekali untuk pengambilan data satu kali sebelum memulai pekerjaan dan pengukuran denyut nadi kerja dilakukan setengah jam sekali untuk pengambilan data satu kali.

Adapun tahapan-tahapan untuk pengukuran beban kerja fisik dengan persentase CVL sebagai berikut:

#### a. Menghitung denyut nadi

Langkah pertama kali yang dilakukan adalah menghitung denyut nadi istirahat (DNK) dan denyut nadi kerja (DNK). Saat proses pengisian bahan bakar boiler dan pembersihan abu sisa bahan bakar boiler. Berikut tabel 1. pengukuran denyut nadi istirahat dan denyut nadi kerja.

**Tabel 1.** Pengukuran DNI dan DNK

Operator	Waktu	Data DNI						DNK						Dokumentasi
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
Suroto	07:00 – 07:30	09.77	08.99	09.10	09.16	08.90	09.10	05.90	06.20	05.90	06.30	06.30	06.88	
	14:00 – 14:30	08.50	09.10	08.95	08.93	09.05	09.05	06.20	06.10	05.95	05.92	06.10	05.87	
Halim bako	07:00 – 07:30	09.03	08.30	08.81	08.43	08.70	08.92	07.78	07.20	06.59	06.76	06.70	07.81	
	14:00 – 14:30	08.80	08.50	08.30	08.51	08.30	08.11	07.68	06.90	06.62	07.13	06.90	07.94	
Wito	07:00 – 07:30	09.17	08.19	08.35	07.94	08.10	08.69	07.00	07.73	06.60	07.60	06.90	07.02	
	14:00 – 14:30	08.30	09.83	07.90	08.61	08.85	08.48	06.84	07.99	06.74	06.37	07.15	07.82	
Dedi Freato	07:00 – 07:30	09.21	08.99	09.10	09.16	09.12	09.10	05.92	06.34	05.80	05.99	05.93	05.82	
	14:00 – 14:30	08.92	09.10	08.95	08.93	08.90	09.05	05.93	05.99	08.90	06.10	05.99	06.15	
Edi Sanjaya	07:00 – 07:30	09.96	08.93	08.78	08.90	08.39	08.96	07.06	06.57	06.88	07.20	07.19	07.25	
	14:00 – 14:30	08.90	08.90	07.41	09.05	08.95	08.05	07.90	07.16	07.13	06.89	06.91	06.65	

Dengan metode tersebut dapat dihitung denyut istirahat (DNI) dan denyut nadi kerja (DNK) dengan 10 denyut nadi sebagai berikut:

$$\text{Denyut nadi (Denyut/Menit)} = \frac{10 \text{ denyut nadi}}{\text{waktu perhitungan}} \times 60 \dots\dots\dots(1)$$

- b. Menghitung denyut nadi maksimum  
Subjek dari penelitian ini yaitu operator di stasiun boiler yang berjenis kelamin laki-laki, sebagai perhitungan denyut nadi maksimum digunakan persamaan:

$$\text{DN Maks} = 220 - \text{Usia} \dots\dots\dots(2)$$

- c. Menghitung nadi kerja  
Langkah selanjutnya yaitu menghitung nadi kerja dengan menggunakan persamaan :  
Nadi Kerja = DNK - DNI.....(3)

- d. Menghitung persentase CVL (%CVL)  
Langkah selanjutnya yaitu menghitung persentase CVL dengan menggunakan persamaan :  
 $\% \text{ CVL} = \frac{100\% \times (\text{DNK} - \text{DNI})}{\text{DN Maks} - \text{DNI}} \dots\dots\dots(4)$

Dimana hasil dari perhitungan % CVL kemudia dibandingkan dengan kategori yang telah ditetapkan sebagai berikut [15].

**Tabel 2.** Kategori %CVL

% CVL	Kategori
<30%	Tidak terjadi kelelahan pada operator
30% < 60%	Diperlukan Perbaikan pada operator
60% < 80%	Kerja dalam waktu singkat pada operator
80% < 100%	Diperlukan tindakan segera pada operator
>100%	Tidak diperbolehkan beraktivitas pada operator

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Setelah melakukan pengambilan data lamanya berkerja operator di stasiun boiler dan pengukuran data sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Adapun hasil pengambilan data operator di stasiun boiler ada lima orang seperti pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Pengambilan Data Operator Di Stasiun Boiler

Stasiun	Nama Operator	Jenis Kelamin	Umur	Lama Kerja Di Stasiun
Boiler	Suroto	Laki-Laki	53	20
	Halim Bako	Laki-Laki	43	2
	Wito	Laki-Laki	40	3
	Dedi Freato	Laki-Laki	46	14
	Edi Sanjaya	Laki-Laki	42	11

Setelah itu dilakukan pengambilan data denyut nadi dengan cara manual yaitu menggunakan stopwatch smartphone dengan metode 10 denyut nadi. Berikut rekapitulasi dari data denyut nadi istirahat (DNI) Tabel 4.

**Tabel 4.** Rekapitulasi Data Denyut Nadi Istirahat (DNI)

Operator	Data DNI						Rata-rata	DNI
	1	2	3	4	5	6		
Suroto	61.41	63.69	65.93	65.50	67.41	65.93	64.97833	65.60
	67.26	63.36	67.03	67.18	66.29	66.29	66.235	66
Halim bako	66.44	72.28	68.10	71.17	68.96	67.26	69.035	70.16
	68.18	70.58	72.28	70.50	72.28	73.98	71.3	75
Wito	65.43	73.26	71.85	7556	74.07	69.04	71.535	70.55
	72.28	61.03	75.94	69.68	67.79	70.75	69.57833	66
Dedi Freato	65.14	66.74	65.93	65.50	65.78	68.18	66.21166	66.20
	67.26	65.93	67.03	67.18	67.41	65.93	66.205	83
Edi Sanjaya	60.24	67.18	68.33	67.18	67.41	66.29	66.93333	68.02
	66.74	67.41	80.97	66.29	67.03	66.29	69.12166	74

Berikut rekapitulasi dari data denyut nadi kerja (DNK) Tabel 5.

**Tabel 5.** Rekapitulasi Data Denyut Nadi Kerja (DNK)

Operator	Data DNK						Rata-rata	DNK
	1	2	3	4	5	6		
Suroto	101.69	96.77	101.69	95.21	95.23	102.04	98.77166	99.2099
	96.77	98.36	100.84	101.35	98.36	102.21	99.64833	
Halim bako	77.12	83.33	91.90	88.75	89.55	76.82	84.57833	84.2216
	78.12	86.95	90.63	84.15	86.95	75.56	83.865	
Wito	85.71	77.61	90.90	78.94	86.95	85.47	84.26333	84.3516
	87.71	75.09	89.02	94.19	83.91	76.72	84.44	
Dedi Freato	101.35	94.63	103.44	100.16	101.18	103.09	100.64166	100.2466
	101.18	100.16	101.69	98.36	100.16	97.56	99.85166	
Edi Sanjaya	84.94	91.32	71.20	83.33	83.44	82.75	82.83666	83.7524
	75.94	84.15	84.15	87.08	86.83	90.22	84.66833	

**3.1 Persentase Cardiovascular Load (%CVL)**

**a. Perhitungan DNI dan DNK**

Adapun hasil dari perhitungan denyut nadi istirahat (DNI) dan denyut nadi kerja (DNK) didapat dari hasil denyut nadi operator di stasiun boiler dengan menggunakan stopwatch di smartphone menggunakan metode 10 denyut. Dimana nilai istirahat (DNI) dan denyut nadi kerja (DNK) diambil dari nilai rata-rata untuk menghitung %CVL. Berikut ini adalah tabel 6 hasil rekapitulasi data nilai DNI, DNK, dan Maksimum.

**Tabel 6.** Rekapitulasi Data DNI, DNK dan DN Maksimum

Operator	Umur	DNI	DNK	DN Maks
Suroto	53	65.6066	99.2099	167
Halim Bako	43	70.1675	84.2216	177
Wito	40	70.5566	84.3516	180
Dedi Freato	46	66.2083	100.2466	174
Edi Sanjaya	42	68.0274	83.7524	176

Dimana rumus denyut nadi maksimum yaitu ditentukan dengan berdasarkan usia.

- a. Laki-laki = 220 - Usia
- b. Perempuan = 200 - Usia

b. Perhitungan Nilai Persentase *Cardiovascular Load* (%CVL)

Berdasarkan hasil tabel di atas, berikut ini adalah contoh perhitungan %CVL pada operator suroto distasiun boiler sebagai berikut :

- Denyut nadi Maksimum : 220 - 53 = 167
- Denyut nadi Istirahat : 65.6066
- Denyut nadi Kerja : 99.2099

Maka,

$$\%CVL = \frac{100 \% \times (99.2099 - 65.6066)}{167 - 65.6066} = 33.14 \%$$

Berdasarkan dari hasil perhitungan beban kerja fisik pada operator suroto yang berumur 53 tahun dengan pekerjaan di stasiun boiler, termasuk dalam kategori diperlukan perbaikan karena persentase CVL dari operator tersebut mendapatkan 33.14% (CVL 30% , < 60%).

Berdasarkan hasil tabel di atas, berikut ini adalah contoh perhitungan %CVL pada operator suroto distasiun boiler sebagai berikut :

- Denyut nadi Maksimum : 220 - 43 = 177
- Denyut nadi Istirahat : 70.1675
- Denyut nadi Kerja : 84.2216

Maka,

$$\%CVL = \frac{100\% \times (84.2216 - 70.1675)}{177 - 70.1675} = 13.15\%$$

Berdasarkan dari hasil perhitungan beban kerja fisik pada operator Halim Bako yang berumur 43 tahun dengan pekerjaan di stasiun boiler, termasuk dalam kategori tidak terjadi kelelahan karena persentase CVL dari operator tersebut mendapatkan 13.15% (CVL < 30%).

Adapun hasil dari perhitungan nilai persentase Cardiovascular Load (%CVL) yaitu hasil perhitungan rekapitulasi dari beban kerja fisik yang diteruma oleh operator di stasiun boiler. Berikut tabel 7 hasil dari perhitungan rekapitulasi dari beban kerja fisik di stasiun boiler.

**Tabel 7.** Rekapitulasi Beban Kerja Fisik Di Stasiun *Boiler*

Operator	Umur	Pekerjaan	%CVL	Kategori
Suroto	53	Stasiun <i>Boiler</i>	33.14	Tidak terjadi kelelahan pada operator
Halim Bako	43	Stasiun <i>Boiler</i>	13.15	Diperlukan Perbaikan pada operator
Wito	40	Stasiun <i>Boiler</i>	13.60	Kerja dalam waktu singkat pada operator
Dedi Freato	46	Stasiun <i>Boiler</i>	31.15	Diperlukan tindakan segera pada operator
Edi Sanjaya	42	Stasiun <i>Boiler</i>	14.29	Tidak diperbolehkan beraktivitas pada operator

Dari hasil Tabel 7 dalam perhitungan %CVL terhadap operator di stasiun boiler diatas, 3 operator di stasiun boiler yaitu Halim Bako, Wito dan Edi Sanjaya mengalami beban kerja fisik yang termasuk dalam kategori tidak terjadi kelelahan pada operator sedangkan 2 operator lainnya yaitu Suroto dan dedi freato mengalami beban kerja fisik yang termasuk dalam kategori memerlukan perbaikan dengan nilai yang didapat yaitu 33.14% (CVL 30% s/d < 60%) dan 31.15% (CVL 30% s/d < 60%).

**4. KESIMPULAN**

Berdasarkan kesimpulan yang didapatkan daripada penelitian yang dilakukan sebagai berikut :

1. Beban kerja yang diterima oleh operator diperoleh dari perhitungan rata-rata rekapitulasi dengan nilai DNI adalah Suroto = 65.6066, halim bako = 70.1675, wito = 70.5566, dedi freato 66.2083 dan edi sanjaya = 68.0274 sedangkan rata-rata rekapitulasi dengan nilai DNK adalah Suroto = 99.2099, halim bako = 84.2216, wito = 84.3516, dedi freato 100.2466 dan edi sanjaya = 83.7524.
2. Adapun hasil dari persentase *cardiovascular load* (% CVL) yang diterima setiap operator di stasiun *boiler* dalam perhitungan %CVL terhadap operator di stasiun boiler diatas, 3 operator di stasiun boiler yaitu Halim Bako, Wito dan Edi Sanjaya mengalami beban kerja fisik yang termasuk dalam kategori tidak terjadi kelelahan pada operator sedangkan 2 operator lainnya yaitu Suroto dan dedi freato mengalami beban kerja fisik yang termasuk dalam

kategori memerlukan perbaikan dengan nilai yang didapat yaitu 33.14% (CVL 30% s/d < 60%) dan 31.15% (CVL 30% s/d < 60%).

## REFERENSI

- [1] Alfonso, Ignatius Erick, Lamto Widodo, and I. Wayan Sukania. "Analisa Beban Kerja Fisik Dan Mental Untuk Menentukan Jumlah Pekerja Optimal Di PT X." *Jurnal Mitra Teknik Industri*, Vol.1, No.1, April 2022.
- [2] Diniaty, D. D. "Analisis Beban Kerja Fisik dan Mental Karyawan di Lantai Produksi pada PT Pesona Laut Kuning. SITEKIN". *Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*, Vol. 13, No.2, hal 203-210, Juni 2016.
- [3] Grandjean, E. *Fitting the Task to the Man* 4th edition. Taylor & Francis Inc. London. 1993.
- [4] Herianto, *Kesehatan Kerja*. Jakarta: Buku kedokteran EGC, 2010.
- [5] Hima, A. F., & Umami, M. K. "Evaluasi Beban Kerja Operator Mesin pada Departemen Log and Veeeneer Preparation di PT. XYZ". *Teknik dan Manajemen Industri*, Vol. 6, No. 2, 106-113, Desember 2011.
- [6] Handika, F. S., & Yuslistyari, E. I. "Analisis Beban Kerja Fisik Dan Mental Operator Produksi Di Pd. Mitra Sari," *Jurnal Intent: Jurnal Industri Dan Teknologi Terpadu*, Vol 3. No. 2, hal, 82-89, Agustus 2020.
- [7] Manuaba, A. "Penerapan Ergonomi Meningkatkan Produktivitas". Makalah. Denpasar: Bagian Ilmu Faal Fakultas Kedokteran Universitas Udayana, 2000.
- [8] Mutia, M. "Pengukuran Beban Kerja Fisiologis dan Psikologis pada Operator Pemetikan Teh dan Operator Produksi Teh Hijau di PT. Mitra Kerinci. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, Vol. 13 no. 1, hal, 503-517, April 2014.
- [9] Oesman, T, *Intervensi Ergonomi Pada Proses Stamping Part Body Component Meningkatkan Kualitas Dan Kepuasan Kerja Serta Efisiensi Waktu di Divisi Stamping Plant. PT ADM JAKARTA*, Jakarta, 2010.
- [10] Purba, E., & Rambe, A. J. M. *Analisis Beban Kerja Fisiologis Operator Di Stasiun Penggorengan Pada Industri Kerupuk. Jurnal Teknik Industri USU*, Vol. 5, No. 2, 219677, Maret 2014.
- [11] Puspa, A. "Fisiologi dan Beban Kerja Fisik", 19 Desember 2014, [Online]. Tersedia: <http://industrialgirl95.blogspot.com>. [Diakses 16 Desember 2021].
- [12] Syarifuddin, S., Pane, A. M., & Muzakir, M. "Analisis Beban Kerja Operator Bagian Boiler Dengan Lingkungan Kerja Fisik Di Pt. Perkebunan Nusantara III PKS SISUMUT", *Industrial Engineering Journal*, Vol. 10. No.1. April 2021.
- [13] Wignjosoebroto, S. "Ergonomi, Studi Gerak Dan Waktu Teknik Analisis Untuk Peningkatan Produktivitas Kerja". Surabaya: Guna Widya, 2000.
- [14] Tayyari & Smith. "Occupation Ergonomics Principles and applications". T.J. Press Ltd, Great Britain. 1997.
- [15] Tarwaka, S., & Sudiajeng, L. *Ergonomi untuk keselamatan, kesehatan kerja dan produktivitas*. Uniba, Surakarta, 2004, 34-50.