



PAPER – OPEN ACCESS

## Analisa Beban Kerja pada Stasiun Sorting pada Kertasarie Tea Factory dengan Menghitung Denyut Nadi Pekerja dengan Metode Brouha

Author : Muhammad Khatami dan Rosnani Ginting  
DOI : 10.32734/ee.v2i3.701  
Electronic ISSN : 2654-704X  
Print ISSN : 2654-7031

*Volume 2 Issue 3 – 2019 TALENTA Conference Series: Energy & Engineering (EE)*



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/).

Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



# Analisa Beban Kerja pada Stasiun Sorting pada Kertasarie Tea Factory dengan Menghitung Denyut Nadi Pekerja dengan Metode Brouha

Muhammad Khatami<sup>a</sup>, Rosnani Ginting<sup>b</sup>

*Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Jalan Almamater Kampus USU, Medan 20155*

[dalimunthe.khatami@gmail.com](mailto:dalimunthe.khatami@gmail.com)

## Abstrak

Pada hasil pengolahan data %CVL diperoleh bahwa terdapat 3 pekerja dalam kategori diperlukan perbaikan segera, 5 pekerja dalam kategori diperlukan perbaikan. Hasil pengolahan dan analisis data diatas faktor terjadinya beban kerja pada stasiun sortir yaitu terdapat pada lingkungan, mesin, metode kerja, dan manusia. Saran perbaikan yaitu dengan menambahnya ventilasi untuk mengurangi kebisingan, menggunakan air plug pada saat proses produksi agar pekerja tidak mengalami kebisingan di tempat kerja, menggunakan APD pada saat bekerja, pihak perusahaan mengadakan kegiatan briefing tentang K3 untuk memperbaiki gerakan mengangkat yang ergonomis agar pekerja tersebut tidak mengalami beban kerja yang berlebihan, dan sering melakukan pembersihan pada debu teh yang tertinggal agar pekerja tidak mengalami sesak napas.

*Keywords:* Beban Kerja, Denyut Nadi, %CVL

## Abstract

On the results of data processing% CVL obtained that there are 3 workers in the category needed immediate repair, 5 workers in the category needed repairs. The results of processing and analyzing the data above are the work load factors at the sorting station that are found in the environment, machinery, work methods, and humans. Suggestions for improvement are to increase ventilation to reduce noise, use air plugs during the production process so that workers do not experience noise at work, use PPE at work, the company holds a briefing activity on K3 to improve ergonomic lifting movements so that workers do not experience excessive workload, and often do the cleaning on the remaining tea dust so that workers do not experience shortness of breath.

*Keywords:* Workload, Pulse,% CVL

## 1. Pendahuluan

Manusia memiliki peran yang penting dalam keberlangsungan sebuah perusahaan, maka penting bagi perusahaan untuk memberikan fokus lebih terhadap kondisi para pekerjanya dalam menyelesaikan pekerjaan yang diberikan perusahaan. Setiap pekerjaan memiliki beban kerja yang berbeda tergantung dari jenis pekerjaan yang dilakukan [1]. Kesesuaian beban kerja yang diatur oleh perusahaan terhadap kondisi pekerja perlu diperhatikan. Beban kerja yang berlebih dapat menimbulkan suasana kerja yang kurang nyaman bagi pekerja karena dapat memicu timbulnya stres kerja yang lebih cepat. Sebaliknya kekurangan beban kerja dapat menimbulkan kerugian bagi perusahaan.

Teknologi adalah proses yang meningkatkan nilai tambah, proses tersebut menggunakan atau menghasilkan suatu produk, produk yang dihasilkan tidak terpisah dari produk lain yang telah ada dan karena itu menjadi bagian integral dari suatu system [3]. Teknologi produksi merupakan cara manusia untuk membuat produk dengan melibatkan berbagai faktor secara praktis, cepat, mutu baik dan murah. Proses produksi dapat dilakukan dengan cara-cara berikut :

Teknologi yang digunakan pada PT. AB adalah manual dan semi otomatis.

Proses produksi merupakan serangkaian urutan mulai dari input, transformasi hingga output dengan tujuan memberikan atau menambah nilai dari suatu produk [3]. PT. AB melakukan proses produksi bubuk teh dimulai dari input berupa bahan baku yaitu pucuk daun teh. Bahan baku akan mengalami proses transformasi dengan teknologi mesin yang bersifat semi otomatis sehingga menghasilkan output berupa bubuk teh. Sedangkan Kertasarie Tea Packaging melakukan proses produksi teh celup dimulai dari input bahan baku berupa campuran grade bubuk teh DUST III, F II, dan Bohea yang akan mengalami proses transformasi dengan mesin otomatis sehingga menghasilkan output berupa teh celup hitam. Bahan tambahan produk teh celup hitam adalah perasa vanila. Kegiatan proses produksi yang dilakukan oleh PT. AB yaitu mengisi persediaan sistem produksi *make to stock*. Tingkat persediaan tergantung pada waktu banyaknya bahan baku yang tersedia dan dapat diolah oleh pabrik [4].

## 2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini meneliti tentang kondisi beban kerja pada stasiun sorting dengan menggunakan pengukuran langsung, pengukuran tidak langsung dan metode Brouha [5].

### 2.1. Langkah – Langkah Penelitian

Langkah – langkah yang dilakukan dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut.

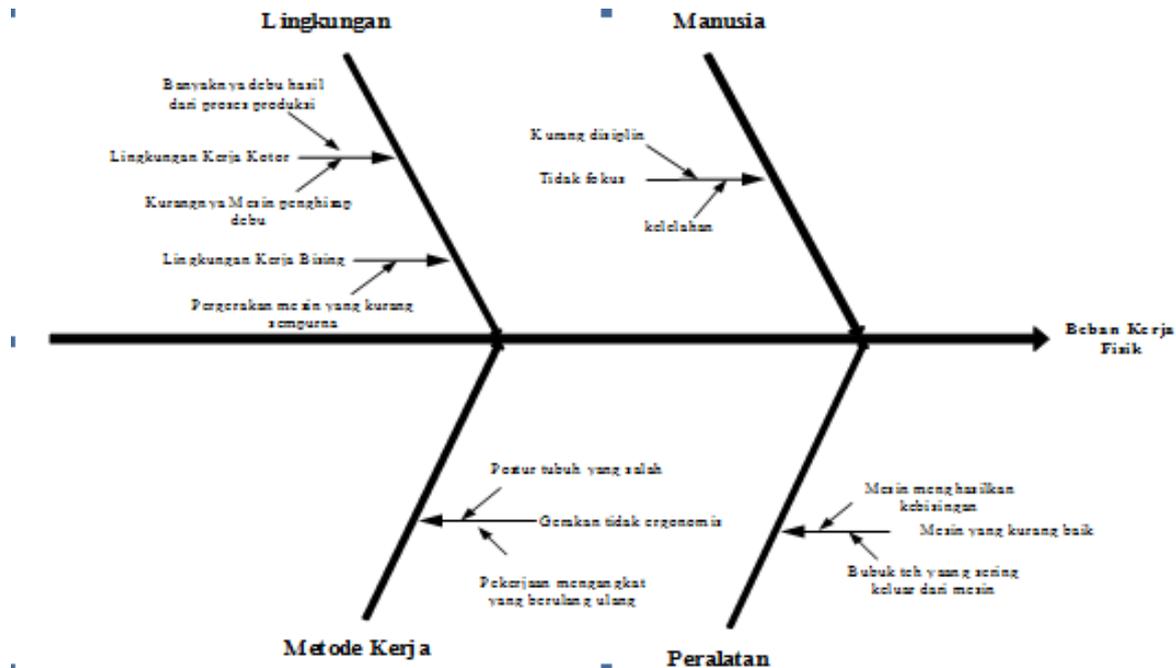
1. Studi Lapangan  
Studi lapangan dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai gambaran umum dan kondisi perusahaan yang sebenarnya.
2. Studi Pustaka  
Studi pustaka dilakukan untuk memperoleh dan lebih memahami teori-teori yang berhubungan dengan pemecahan masalah. Sumber literatur berasal dari buku, jurnal, serta studi terhadap penelitian terdahulu dengan topik utama.
3. Rumusan Masalah  
Berdasarkan studi pustaka dan studi lapangan, akan diketahui permasalahan yang ada sehingga dapat dirumuskan permasalahan yang sedang diteliti.
4. Penentuan Tujuan Penelitian  
Penentuan tujuan penelitian digunakan untuk menjelaskan tujuan apa saja yang ingin dicapai dengan diadakannya penelitian.
5. Pengumpulan Data  
Data yang dikumpulkan untuk penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder antara lain:
  - a. Data gambaran umum perusahaan
  - b. Data struktur organisasi
  - c. Data jumlah pekerja saat ini
  - d. Data denyut nadi mekanik sebelum dan sesudah melakukan pekerjaan
6. Pengolahan Data  
Pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini, yaitu:
  - a. Metode pengukuran langsung
  - b. Metode pengukuran tidak langsung
  - c. dan Metode Brouha
7. Analisis dan Kesimpulan  
Analisis dan kesimpulan yang dilakukan dalam penelitian ini, yaitu:
  - a. Menganalisis beban kerja fisik dan beban kerja mental
  - b. Analisis terkait dengan jumlah pekerja dimana akan membandingkan banyaknya pekerja yang ada saat ini dengan banyaknya pekerja berdasarkan beban kerjanya.
  - c. Menarik kesimpulan yang merupakan ringkasan akhir yang mampu menjawab rumusan penelitian yang dilakukan serta memberikan saran penelitian.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Pembahasan

Analisa situasi diatas menyebabkan timbulnya permasalahan yaitu apakah beban kerja fisik yang diterima oleh pekerja *Sorting* dapat menimbulkan kelelahan berlebihan atau tidak [6].

*Cause and Effect Diagram* digunakan untuk menganalisis dan menentukan faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan di dalam menentukan sebab akibat dari beban kerja fisik yang diterima oleh pekerja *Sorting*.



Gambar 1. Cause and Effect Diagram pada Pekerja *Sorting*

Berdasarkan gambar diatas dapat diketahui penyebab yang mempengaruhi beban kerja yang diterima oleh pekerja *Sorting* yang bermasalah diantaranya:

- Manusia**  
Ditinjau dari segi manusia, terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi beban kerja fisik yang diterima oleh pekerja *Sorting* seperti: tidak fokus, kelelahan, dan kurangnya disiplin para pekerja.
- Peralatan**  
Ditinjau dari segi peralatan, terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi beban kerja fisik yang diterima oleh pekerja *Sorting* seperti: mesin menghasilkan kebisingan, bubuk teh yang sering keluar dari mesin sortir
- Metode Kerja**  
Ditinjau dari segi metode kerja, terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi beban kerja fisik yang diterima oleh pekerja *Sorting* seperti: gerakan tidak ergonomis, postur tubuh yang salah, dan pekerjaan mengangkat secara berulang – ulang.
- Lingkungan**  
Ditinjau dari segi lingkungan kerja, terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi beban kerja fisik yang diterima oleh pekerja *Sorting* seperti : lingkungan yang bising, pergerakan mesin yang kurang sempurna, kurangnya mesin pengisap debu, lingkungan kerja yang kotor, dan banyaknya debu hasil dari proses produksi.

Tujuan dari pemecahan masalah pada stasiun *sorting* tersebut adalah untuk mencegah atau mengurangi kelelahan dalam bekerja sehingga operator tersebut tidak mengalami beban kerja yang berlebihan.

### 3.2. Hasil Pembahasan

#### 3.2.1. Metode pengukuran langsung

Metode pengukuran langsung yaitu dengan mengukur energi yang dikeluarkan (energy expenditure) melalui asupan oksigen selama bekerja. Semakin berat beban kerja akan semakin banyak energi yang diperlukan untuk dikonsumsi. Meskipun metode pengukuran asupan oksigen lebih akurat, namun hanya dapat mengukur untuk waktu kerja yang singkat dan diperlukan peralatan yang mahal

Tabel 1. Data Fisiologi

No	Nama	Umur	DNI (dpm)	DNK (dpm)	DN Maks	Metode <i>Brouha</i>			Waktu Kerja (menit)
					Wanita a (dpm)	P <sub>1</sub> (dpm)	P <sub>2</sub> (dpm)	P <sub>3</sub> (dpm)	
1.	Minar	37	94	129	163	113	105	98	420
2.	Nung	41	83	144	159	129	109	88	420
3.	Siti	40	88	139	160	123	112	86	420
4.	Iis	35	89	125	165	122	104	96	420
5	Ririn	38	93	131	162	128	105	99	420
6	Dedek	36	92	127	164	119	100	96	420
7	Heryani	42	80	143	158	125	114	85	420
8	Ai	39	95	126	161	116	106	98	420

Berikut ini merupakan contoh perhitungan energi yang digunakan (E) operator dalam aktivitas sortir dengan metode secara langsung.

#### 1. Operator Minar

Denyut nadi kerja (X) = 129 denyut per menit

$$\begin{aligned}
 \text{Energi (E)} &= 1,80411 - 0,0229038 X + 4,71711 \cdot 10^{-4} X^2 \\
 &= 1,80411 - 0,0229038 (129) + 4,71711 \cdot 10^{-4} (129)^2 \\
 &= 7,0686123 \text{ Kkal/menit} \\
 &= 424,11 \text{ Kkal/jam}
 \end{aligned}$$

Maka operator Minar termasuk ke dalam kategori beban kerja berat.

Hasil dari perhitungan konsumsi energi seluruh operator untuk aktivitas pada stasiun sortir dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Konsumsi Energi dan Kategori Beban Kerja pada Stasiun Sortir

No.	Nama	DNK (X) (denyut/menit)	Energi (E) (kkal/menit)	Energi (E) (kkal/jam)	Kategori Beban Kerja
1.	Minar	129	7,06	324,11	Sedang
2.	Nung Sumiati	144	6,72	403,50	Berat
3.	Siti	147	6,65	399,37	Berat
4.	Iis	125	7,16	329,61	Sedang
5.	Ririn	131	7,02	321,36	Sedang
6.	Dedek	127	7,11	326,86	Sedang
7.	Heryani	143	6,74	404,87	Berat
8.	Ai	126	7,13	328,23	Sedang

Dari metode tersebut dapat kita ketahui bahwa metode ini untuk mengetahui energi yang dikeluarkan oleh operator pada saat bekerja, sehingga dapat diketahui beban kerja operator tersebut termasuk dalam beban kerja ringan, sedang, ataupun berat.

### 3.2.2. Metode penilaian tidak langsung

Metode Penilaian tidak langsung adalah dengan menghitung denyut nadi selama bekerja. Pengukuran denyut jantung selama bekerja merupakan suatu metode untuk menilai cardiovascular strain dengan metode 10 denyut dimana dengan metode ini dapat dihitung denyut nadi kerja.

Penggunaan nadi kerja untuk menilai berat ringannya beban kerja mempunyai beberapa keuntungan, selain mudah, cepat, sangkil dan murah juga tidak diperlukan peralatan yang mahal serta hasilnya pun cukup reliabel dan tidak mengganggu ataupun menyakiti orang yang diperiksa. Denyut nadi untuk mengestimasi indek beban kerja fisik terdiri dari beberapa jenis yaitu:

1. Denyut Nadi Istirahat (DNI) adalah rerata denyut nadi sebelum pekerjaan dimulai.
2. Denyut Nadi Kerja (DNK) adalah rerata denyut nadi selama bekerja.
3. Nadi Kerja (NK) adalah selisih antara denyut nadi istirahat dengan denyut nadi kerja.

Peningkatan denyut nadi mempunyai peranan yang sangat penting didalam peningkatan cardia output dari istirahat sampai kerja maksimum. Peningkatan yang potensial dalam denyut nadi dari istirahat sampai kerja maksimum oleh Rodahl (1989) dalam Tarwaka, dkk (2004:101) didefinisikan sebagai Heart Rate Reserve (HR Reverse) yang diekspresikan dalam presentase yang dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

Denyut Nadi Maksimum (DNMax) adalah:  $(220 - \text{umur})$  untuk laki-laki dan  $(200 - \text{umur})$  untuk perempuan. Lebih lanjut untuk menentukan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum karena beban kardiovaskuler (cardiovascular load = % CVL) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\%CVL = \frac{100(DNK - DNI)}{DN_{maks} - DNI}$$

Dari hasil perhitungan % CVL tersebut kemudian dibandingkan dengan klasifikasi yang telah ditetapkan sebagai berikut:

Tabel 3. Klasifikasi Berat Ringan Beban Kerja Berdasar % CVL

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

Berikut adalah contoh perhitungan %CVL dari data operator Minar sebagai berikut.

$$\text{DNK} = 129$$

$$\text{DNI} = 94$$

$$\text{Dnmax} = 163$$

$$\% \text{CVL} = (100 \times (\text{Denyut Nadi Kerja} - \text{Denyut Nadi Inisial})) / ((\text{Denyut Nadi Maksimum} - \text{Denyut Nadi Inisial}))$$

$$\% \text{CVL} = (100 \times (129 - 94)) / ((163 - 94)) = 50,72$$

Hasil perhitungan masing-masing operator dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Perhitungan % CVL dan Klasifikasi Beban Kerja pada Kegiatan Sortir

No.	Nama	DNI	DNK	DNmax	%CVL	Keterangan
1.	Minar	94	129	163	50,72	Diperlukan Perbaikan
2.	Nung Sumiati	83	144	159	80,26	Diperlukan Tindakan Segera
3.	Siti	88	147	160	81,94	Diperlukan Tindakan Segera
4.	Iis	89	125	165	47,36	Diperlukan Perbaikan
5.	Ririn	93	131	162	55,07	Diperlukan Perbaikan
6.	Dedek	92	127	164	48,61	Diperlukan Perbaikan
7.	Heryani	80	143	158	80,76	Diperlukan Tindakan Segera
8.	Ai	95	126	161	46,96	Diperlukan Perbaikan

Sumber: Pengolahan Data

Tujuan dari metode penilaian beban kerja secara tidak langsung adalah untuk mengetahui seberapa cepat pemulihan denyut nadi pada operator tersebut. Jika pemulihan nadi tidak segera tercapai maka diperlukan redesign pekerjaan untuk mengurangi tekanan fisik. Redesain tersebut dapat berupa variabel tunggal maupun variabel keseluruhan dari variabel bebas task (tugas), organisasi kerja dan lingkungan kerja yang menyebabkan beban kerja tambahan.

### 3.3.3. Metode Brouha

Metode Brouha Cardiovascular strain dapat diestimasi dengan menggunakan denyut nadi pemulihan (heart rate recover) atau dikenal dengan metode 'Brouha'. Keuntungan metode ini adalah sama sekali tidak mengganggu bahkan menghentikan aktivitas selama bekerja. Denyut nadi pemulihan (P) dihitung pada akhir 30 detik pada menit pertama, ke dua, dan ke tiga. P1, P2, P3 adalah rata-rata dari ketiga nilai tersebut dan dihubungkan dengan total cardiac cost dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Jika  $P1 - P3 \geq 10$ , atau  $P1, P2, P3$  seluruhnya  $< 90$ , nadi pemulihan normal.
2. Jika P1 tercatat  $\leq 110$ , dan  $P1 - P3 \geq 10$ , maka beban kerja tidak berlebihan.
3. Jika  $P1 - P3 < 10$ , dan jika  $P3 > 90$  perlu ada perbaikan.

Berikut ini adalah contoh perhitungan dengan metode Brouha dari data operator Minar sebagai berikut.

$$P1 = 113$$

$$P2 = 105$$

$$P3 = 98$$

$$P1 - P3 = 113 - 98 = 15$$

Maka diperoleh:

1.  $P1 - P3 \geq 10$  atau  $P1, P2, P3$  seluruhnya  $< 90$ , maka nadi pemulihan normal.
2. P1 tercatat  $< 110$  dan  $P1 - P3 \geq 10$ , maka beban kerja tidak berlebihan.
3.  $P1 - P3 > 10$  dan  $P3 > 90$ , maka tidak perlu perbaikan.

Kesimpulannya, operator Minar memiliki nadi pemulihan normal dan tidak perlu perbaikan.

Hasil perhitungan masing-masing operator dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Penilaian Metode *Brouha* Kegiatan Sortir

No	Nama	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>1</sub> – P <sub>3</sub>	Nadi Pemulihan	Beban Kerja	Keterangan
1.	Minar	113	105	98	15	Normal	Berlebihan	Tidak Perlu Perbaikan
2.	Nung Sumiati	129	109	88	41	Tidak Normal	Berlebihan	Perlu Perbaikan
3.	Siti	123	112	86	37	Tidak Normal	Berlebihan	Perlu Perbaikan
4.	Iis	122	104	96	26	Normal	Tidak Berlebihan	Tidak Perlu Perbaikan
5.	Ririn	109	105	99	10	Normal	Tidak Berlebihan	Tidak Perlu Perbaikan
6.	Dedek	119	100	96	23	Normal	Tidak Berlebihan	Tidak Perlu Perbaikan
7.	Heryani	125	114	85	40	Tidak Normal	Berlebihan	Perlu Perbaikan
8.	Ai	109	106	98	11	Normal	Tidak Berlebihan	Tidak Perlu Perbaikan

Sumber: Pengolahan Data

Dari metode *Brouha* maka dapat diketahui apakah pekerjaan pada operator tersebut mengalami beban kerja berlebih sehingga membutuhkan tindakan perbaikan dalam melakukan pekerjaan tersebut agar dapat mengurangi atau mencegah terjadinya kelelahan dalam bekerja.

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil pengolahan data, maka dapat dianalisis apakah beban kerja fisik pada pekerja *Sorting* mengalami kelebihan beban kerja yang menyebabkan kelelahan atau tidak. Dari hasil pengolahan data bahwa usia merupakan faktor utama dalam kategori beban kerja.

Pada hasil pengolahan data %CVL diperoleh bahwa terdapat 3 pekerja dalam kategori diperlukan perbaikan segera, 5 pekerja dalam kategori diperlukan perbaikan.

Hasil pengolahan dan analisis data diatas faktor terjadinya beban kerja pada stasiun sortir yaitu terdapat pada lingkungan, mesin, metode kerja, dan manusia. Saran perbaikan yaitu dengan menambahnya ventilasi untuk mengurangi kebisingan, menggunakan air plug pada saat proses produksi agar pekerja tidak mengalami kebisingan di tempat kerja, menggunakan APD pada saat bekerja, pihak perusahaan mengadakan kegiatan briefing tentang K3 untuk memperbaiki gerakan mengangkat yang ergonomis agar pekerja tersebut tidak mengalami beban kerja yang berlebihan, dan sering melakukan pembersihan

#### Referensi

- [1] Barnes, Ralph M. 1980. *Motion and Time Study Design and Measurement of Work*. America: University of California.
- [2] Iftikar, Satalaksana. 2006. *Teknik Tata Cara Kerja*. Bandung: Institut Teknologi Bandung
- [3] Sinulingga, Sukaria. 2015. *Metode Penelitian*. Medan: USU Press
- [4] Sinulingga, Sukaria. 2015. *Pengantar Teknik Industri*. Edisi 2. Medan. USU Press
- [5] Widodo, Sarwo. 2008. *Penentuan Lama Waktu Istirahat Berdasarkan Beban Kerja dengan Menggunakan Pendekatan Fisiologi*.
- [6] Yusufhadi, Miarso. 2007. *Menyemai Benih Teknologi Pendidikan*. Jakarta: Kencana .