

## DESAIN LINGKUNGAN FISIK BAGI OPERATOR BAGIAN PEMERIKSAAN

Yanti Pasmawati<sup>1</sup>, Christofora Desi Kusmindari<sup>2</sup>, Paulus Sukpto<sup>3</sup>, Johanna Renny Octavia<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Bina Darma  
Jl. Jend. A. Yani No.03 Plaju Palembang 30264 Telp 0711 515582

<sup>3,4</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan  
Jl. Ciumbuleuit 94 Bandung 40141 Telp 022 2032655  
Email: yantipasmawati@binadarma.ac.id

### Abstrak

*Visual inspection task merupakan aktivitas inspeksi suatu produk dengan posisi mata terpusat melalui konveyor yang bergerak, semakin cepat produk diproduksi maka semakin kritis waktu dari operator pemeriksaan. Selain gangguan fisiologis, kondisi tersebut dalam jangka waktu lama akan berdampak pada gangguan psikologis seperti kelelahan mata, ketidaknyamanan, dan kehilangan konsentrasi sehingga terjadi penurunan produktivitas, penurunan angka kecelakaan yang berhubungan dengan kerja dan kelelahan (Manuaba, 1992). Tujuan penelitian yang ingin dicapai, antara lain: (1) Menentukan ukuran kinerja pemeriksaan dan tingkat produktivitas bagian visual inspection task, (2) Menentukan rancangan desain eksperimen yang ergonomis yang dapat diterapkan pada visual inspection task. Objek penelitian adalah operator bagian pemeriksaan pada minuman kemasan cup "panther". Operator berjumlah 10 orang yang memiliki nilai IQ 90-120 yang berusia 20 – 25 tahun. Metode penelitian adalah metode eksperimen. Variabel independen terdiri dari tingkat pencahayaan, posisi kerja, dan gender. Variabel dimanipulasi menjadi 12 kelompok desain eksperimen. Pengolahan data dilakukan dengan pendekatan ukuran kinerja pemeriksaan. Analisis data penelitian menggunakan analysis of variance (ANOVA), Control Chart, dan produktivitas. Hasil penelitian menyatakan bahwa: (1) Berdasarkan ukuran kinerja pemeriksaan, rancangan desain eksperimen yang menghasilkan kinerja pemeriksaan di stasiun kerja visual inspection task minuman kemasan cup panther terbaik adalah desain eksperimen LkB200 (Laki-laki, posisi kerja berdiri, tingkat pencahayaan 200 Lux) yaitu sebanyak 525 cup. Hal ini juga mempengaruhi produktivitas kerja yang mana desain eksperimen LkB200 juga memiliki produktivitas tertinggi dari rancangan desain eksperimen lainnya yaitu sebesar 0.833, (2) Faktor interaksi yang berbeda pada desain eksperimen adalah faktor tingkat pencahayaan dengan posisi kerja. Faktor tersebut mempengaruhi jumlah cacat terdeteksi.*

**Kata kunci:** lingkungan fisik; pengukuran waktu; produktivita; ukuran kinerja pemeriksaan; visual inspection task

### Pendahuluan

*Visual inspection task* merupakan aktivitas deteksi cacat produk, yang disebagian besar industri manufaktur merupakan metode pemeriksaan primer. Produk diperiksa dengan posisi mata terpusat melalui konveyor yang bergerak, semakin cepat produk diproduksi maka semakin kritis waktu dari operator pemeriksaan. Aktivitas tersebut perlu memperhatikan faktor pencahayaan, temperatur, dan kebisingan karena dalam jangka waktu lama akan berdampak pada gangguan psikologis seperti kelelahan mata, ketidaknyamanan, dan kehilangan konsentrasi sehingga terjadi penurunan produktivitas, penurunan angka kecelakaan yang berhubungan dengan kerja dan kelelahan (Manuaba, 1992).

Kelelahan kerja merupakan resiko dari dampak faktor sirkadian, faktor pekerjaan, faktor psikologis, dan faktor manusia. Faktor tersebut apabila tidak dikendalikan dengan baik akan berdampak buruk pada produktivitas kerja, kecelakaan kerja dan cedera bagi karyawan atau operator, bahkan kualitas suatu produk. Hal ini terbukti bahwa terdapat 50 juta orang mengalami cedera per tahun akibat pekerjaan, (WHO, 2009; WHO, 2010). Resiko kelelahan kerja juga disebabkan oleh aktivitas kerja yang monoton yang dilakukan secara terus menerus dengan durasi kerja yang relatif panjang, sehingga sangat diperlukan investigasi terkait beban kerja terhadap performansi dalam kondisi monoton (Dunn & Williamson, 2012).



Gambar 1. Kondisi work station visual inspection task

Industri minuman kemasan di Indonesia, sebagai salah satu contohnya adalah PT Bumi Pasir Putih merupakan perusahaan yang bergerak di bidang produksi air minum kemasan. Kondisi yang terjadi pada perusahaan sejenis, terdapat beban kerja yang monoton dimana durasi kerja, jumlah jam kerja, lingkungan kerja, dan lingkungan sosial yang terdapat di perusahaan berbeda-beda sehingga mempengaruhi tingkat kelelahan kerja yang berbeda pula yang berdampak terhadap produktivitas kerja. Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa terdapat pengaruh temperatur dan pencahayaan dalam Ruangan terhadap produktivitas berpikir (kognisi) (Pasmawati, 2014). Hasil penelitian tersebut menyimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara desain lingkungan kerja terhadap peningkatan produktivitas dan penurunan beban kerja. Oleh karena itu, untuk menentukan desain lingkungan kerja ergonomis pada stasiun kerja *visual inspection task*, maka tujuan penelitian ini adalah (1) Menentukan ukuran kinerja pemeriksaan dan tingkat produktivitas di *visual inspection task* minuman kemasan cup “Panther”. (2) Mengetahui pengaruh desain lingkungan fisik kerja, faktor pekerjaan dan faktor individu terhadap output cacat terdeteksi. (3) Menentukan desain eksperimen yang ergonomis untuk diimplementasikan di *visual inspection task* minuman kemasan cup “Panther”.

**Bahan dan Metode Penelitian**

Objek penelitian adalah *visual inspection task* pada minuman kemasan cup merk “Panther” untuk mengidentifikasi cacat. Adapun karakteristik atau kategori cacat yaitu volume kurang (Vk), Cup bocor (Cb), Gambar tidak pas (Gtp).



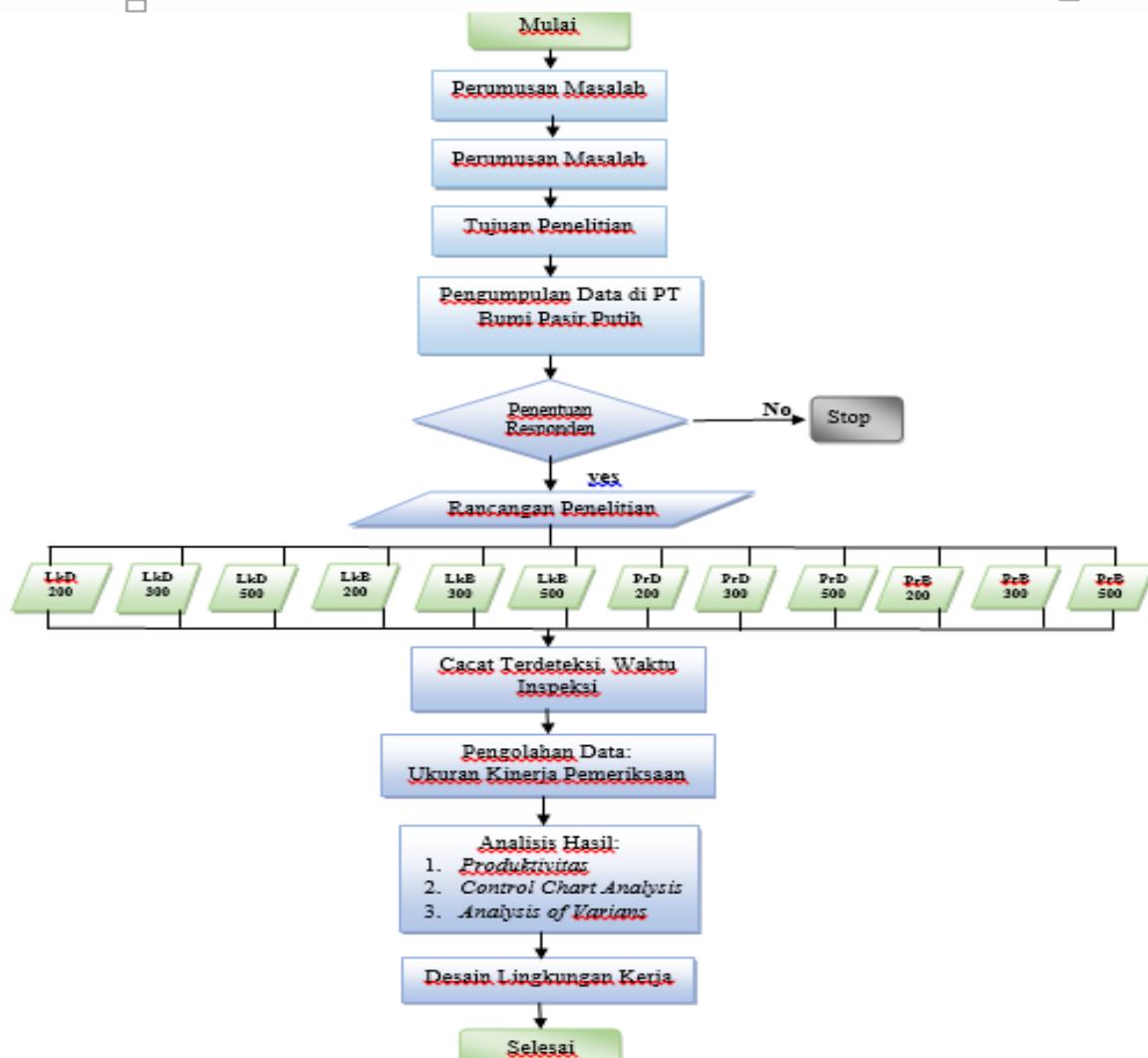
Gambar 2. Objek penelitian (panther)

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini ialah minuman kemasan Panther Cup, Lampu, *Sound level meter*, *Thermometer*, *Konveyor*, *Lux* meter, Lembar Pengamatan, Kamera dan *Stop Watch*. Responden berjumlah 10 orang dengan gender laki-laki dan perempuan, nilai IQ 90-120 yang terlebih dahulu dilakukan test intelegensi umum, waktu pengamatan selama 2.20 jam. Desain eksperimen berjumlah 12 desain eksperimen yang merupakan manipulasi dari variabel independen, seperti yang tergambar pada gambar 3 berikut ini:



Gambar 3. Kerangka berpikir (variabel independen dan dependen)

Metode penelitian adalah metode eksperimen dengan menggunakan pendekatan ukuran kinerja pemeriksa dan teknik analisis dalam menyimpulkan hasil penelitian. Agar penelitian sistematis maka dibuatkan *flow chart* penelitian terdapat pada gambar 4 berikut ini



Gambar 4. Flow chart penelitian

**Hasil dan Pembahasan**

Pengendalian kualitas suatu produk sangat penting di dalam suatu proses produksi, hal ini dapat menunjukkan penilaian terhadap kinerja operator atau karyawan yang berdampak penting bagi kinerja perusahaan. Hal tersebut juga diterapkan di *visual inspection task* untuk minuman kemasan cup merk “Panther”.



Gambar 5. Visual inspection task pada minuman kemasan panther

Langkah-langkah dengan pendekatan Ukuran Kinerja Pemeriksaan (chengalur dkk, 2004) sebagai berikut:

### 1. Persentase Cacat Terdeteksi

Persentase cacat terdeteksi ini merupakan persentase jumlah produk yang terdeteksi menurut operator sesuai karakteristik atau kategori cacat secara keseluruhan dari total jumlah produk cacat. Berdasarkan hasil perhitungan persentase cacat terdeteksi yang terbesar adalah desain eksperimen LkB200 (Laki-laki, posisi kerja berdiri, tingkat pencahayaan 200Lux) sebesar 83.333%. Hal ini menyimpulkan bahwa kinerja pemeriksaan tertinggi terdapat pada desain eksperimen LkB200.

### 2. Persentase Cacat Dinilai Benar

Penilaian persentase cacat dinilai benar dilakukan melalui identifikasi hasil deteksi cacat oleh operator dengan membuktikan bahwa hasil deteksi tersebut benar dinyatakan cacat berdasarkan karakteristik atau kategori cacat yang ditentukan. Berdasarkan hasil perhitungan persentase cacat dinilai benar yang terbesar adalah desain eksperimen LkB200 (Laki-laki, posisi kerja berdiri, tingkat pencahayaan 200Lux) sebesar 83.333%. Hal ini menyimpulkan bahwa kinerja pemeriksaan tertinggi terdapat pada desain eksperimen LkB200.

### 3. Persentase Cacat Dinilai Salah

Persentase cacat dinilai salah dinyatakan apabila tidak terdapat atau teridentifikasi karakteristik atau kategori produk cacat di produk yang dinyatakan terdeteksi benar oleh operator. Dengan kata lain produk tersebut tidak dinyatakan cacat. Berdasarkan hasil perhitungan persentase cacat dinilai salah, dinyatakan bahwa dari 12 kelompok desain eksperimen tidak terdapat deteksi produk cacat minuman kemasan cup panther yang dilakukan oleh operator adalah salah. Hal ini ditunjukkan dari nilai persentase sebesar 0% dari ke 12 kelompok desain eksperimen.

Tabel 1. Persentase cacat terdeteksi

Desain Eksperimen	Jumlah Minuman Kemasan (Cup)	Jumlah Cacat Terdeteksi (Cup)	Jumlah Cacat Dinilai Benar (Cup)	Jumlah Cacat Terdeteksi dan terdeteksi benar (%)	Jumlah Cacat Dinilai Salah (Cup)	Jumlah Cacat Dinilai Salah (%)	Total Produk Cacat (Cup)
LkB200	5040	525	525	83.33333333	0	0	630
LkB300	5040	405	405	64.28571429	0	0	630
LkB500	5040	488	488	77.46031746	0	0	630
LkD200	5040	455	455	72.22222222	0	0	630
LkD300	5040	484	484	76.82539683	0	0	630
LkD500	5040	466	466	73.96825397	0	0	630
PrB200	5040	444	444	70.47619048	0	0	630
PrB300	5040	524	524	83.17460317	0	0	630
PrB500	5040	519	519	82.38095238	0	0	630
PrD200	5040	414	414	65.71428571	0	0	630
PrD300	5040	394	394	62.53968254	0	0	630
PrD500	5040	390	390	61.9047619	0	0	630

Sumber: Pengolahan Data

### 4. Persentase Cacat Dinilai Benar

Merupakan jumlah persentase produk cacat yang digolongkan berdasarkan jenis karakteristik atau kategori cacat, dalam hal ini terdiri dari 3 kategori cacat, antara lain Volume kurang (Vk), Cup bocor (Cb), Gambar tidak pas (Gtp). Berdasarkan hasil pengolahan data nilai persentase cacat dinilai benar atau pengelompokan cacat berdasarkan kategori cacat tersebut di atas, maka kategori cacat tertinggi adalah volume kurang (Vk) sebesar 35.878%.

Tabel 2. Persentase cacat dinamai benar

Desain Eksperimen	Jumlah Produk Cacat Terdeteksi (Cup)	Kategori Cacat					
		Vk (cup)	Vk (%)	Cb (cup)	Cb (%)	Gtp (cup)	Gtp (%)
LkB200	525	187	35.619	167	31.810	171	32.571
LkB300	405	140	34.568	127	31.358	138	34.074
LkB500	488	170	34.836	152	31.148	163	33.402
LkD200	455	154	33.846	143	31.429	140	30.770
LkD300	484	167	34.504	163	33.678	154	31.818
LkD500	466	150	32.189	142	30.472	164	35.193
PrB200	444	177	39.865	132	29.730	137	30.856
PrB300	524	188	35.878	173	33.015	166	31.680
PrB500	519	187	36.031	159	30.636	173	33.333
PrD200	414	130	31.401	165	39.855	119	28.744
PrD300	394	121	30.711	132	33.503	141	35.787
PrD500	390	137	35.128	110	28.205	143	36.667

Sumber: Pengolahan Data

### 5. Limbah Bahan

Ukuran kinerja pemeriksaan penelitian ini tidak menghitung limbah bahan karena tidak berhubungan dengan cacat produk).

### 6. Inspeksi Waktu

Waktu *visual inspection task* minuman kemasan cup panther adalah 2.20 jam kerja. Pekerjaan dilakukan secara bergantian dengan operator lain.

### 7. Jumlah unit Diinspeksi Per Periode Waktu

Tabel 3. Waktu Inspeksi Per Cup Minuman Kemasan Panther

Desain Eksperimen	Jumlah Minuman Kemasan (Cup)	Jumlah Waktu Inspeksi (detik)	Waktu Inspeksi (detik/cup)
LkB200	5040	2460	0.488095238
LkB300	5040	2469	0.489880952
LkB500	5040	2501	0.496230159
LkD200	5040	2460	0.488095238
LkD300	5040	2476	0.491269841
LkD500	5040	2431	0.48234127
PrB200	5040	2492	0.494444444
PrB300	5040	2547	0.505357143
PrB500	5040	2482	0.492460317
PrD200	5040	2497	0.495436508
PrD300	5040	2483	0.49265873
PrD500	5040	2497	0.495436508

Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan data waktu inspeksi tersebut di atas, maka dilakukan perhitungan waktu standar untuk mendeteksi 5040 cup selama 2.20 jam waktu kerja di stasiun kerja *visual inspection task* sebagai berikut:

- Menghitung Waktu Siklus ( $W_s$ )

$$W_s = \frac{\sum X_1}{N} \quad (1)$$

$$= \frac{29795}{12} = 2482.916667 \text{ detik}$$

- Menghitung Waktu Normal ( $W_n$ )
 
$$W_n = W_s \times P$$

$$= 2482.916667 \times 1.06 = 2631.891667 \text{ detik} \tag{2}$$

- Menghitung Waktu Baku ( $W_b$ )
 
$$W_b = W_n (1 + a)$$

$$= 2631.891667 (1 + 0.33)$$

$$= 3500.415917 \text{ detik} \tag{3}$$

Jadi, waktu baku atau waktu standar untuk mendeteksi 5040 cup adalah 3500.415917 detik.

- Output Standart
 
$$\text{Output standart} = \frac{1}{\text{Waktu Baku}} \tag{4}$$

$$= \frac{1}{3500.415917} = 0.00028568 \text{ cup/detik}$$

Jika dilakukan perhitungan untuk waktu pemeriksaan satu cup, maka digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Waktu Inspeksi per cup} = \frac{\text{jumlahwaktubakuinspeksi}}{\text{jumlah produksi keseluruhan}} \tag{5}$$

$$= \frac{3500.415917}{5040} = 0.694526968 \text{ detik/cup}$$

Dari hasil perhitungan didapat bahwa waktu yang dibutuhkan untuk melakukan inspeksi satu cup minuman kemasan panther adalah 0.694526968 detik.

Berdasarkan pengolahan data dan hasil dengan menggunakan pendekatan ukuran kinerja pemeriksaan, maka dilakukan dua teknik analisis untuk mengetahui kinerja pemeriksaan dari 12 kelompok desain eksperimen yaitu Produktivitas kerja, Control Chart dan analysis of variance (ANOVA).

### 1. Analisis Produktivitas

Produktivitas operator pada penelitian ini didesain dengan dipengaruhi oleh faktor *gender*, posisi kerja, dan tingkat pencahayaan. Faktor usia, tingkat IQ merupakan *control* dari kualitas non fisik dari operator. Secara umum produktivitas mengandung pengertian perbandingan terbalik antara hasil yang dicapai (*output*) dengan keseluruhan sumber daya yang digunakan (*input*). Dalam hal ini produktivitas visual inspection task dapat ditentukan dengan:

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Jumlahprodkcacatterdeteksi}}{\text{jumlah total produkcacat}} \tag{6}$$

$$= \frac{525}{630} = 0.833$$



Gambar 6. Produktivitas visual inspection task

Berdasarkan nilai produktivitas tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa 12 kelompok desain eksperimen penelitian belum memenuhi batasan standar produktivitas, dimana ditunjukkan dari line yang belum mencapai nilai 1. Namun, dari ke 12 kelompok desain eksperimen, desain eksperimen LkB200 merupakan desain eksperimen yang nilai produktivitasnya tertinggi yaitu 0.833. Oleh karena itu, faktor-faktor tersebut di atas besar artinya bagi penciptaan suasana kerja yang ergonomis, untuk menunjang tercapainya efisiensi di dalam proses yang telah memenuhi batasan standar produktivitas.

**2. Analisis Jumlah Produk Cacat Menggunakan Control Chart**

*Control Chart* digunakan untuk mengidentifikasi kecenderungan kemampuan mendeteksi cacat minuman kemasan panther yang terjadi dengan mengelompokkan berdasarkan kelompok desain eksperimen.

- Rata-rata unit dideteksi cacat

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N} \tag{7}$$

$$= \frac{5508}{12} = 459 \text{ Cup}$$

- Standar deviasi

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N-1}} \tag{8}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{27864}{11}} = 50.33$$

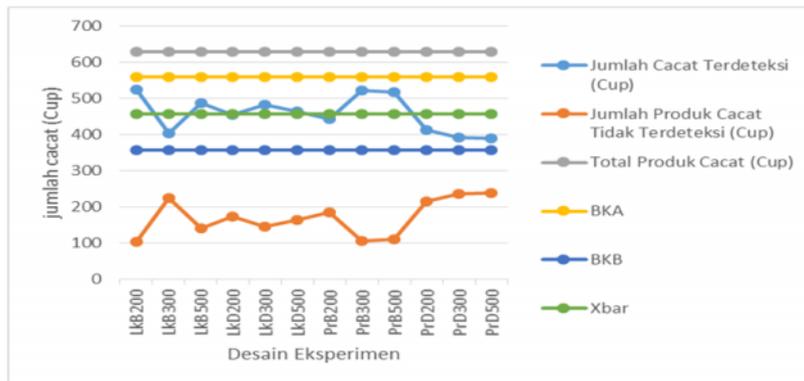
- Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB)

$$\text{BKA} = \bar{X} + k. \tag{9}$$

$$= 459 + 2 (50.33) = 559.66 \text{ cup}$$

$$\text{BKB} = \bar{X} - k. \tag{10}$$

$$= 459 - 2 (50.33) = 358.34 \text{ cup}$$



Gambar 7. Control chart analysis

Berdasarkan *control chart* di atas, jika dilihat dari *line* jumlah cacat terdeteksi maka desain eksperimen LkB200 (Laki-laki, posisi kerja berdiri, tingkat pencahayaan 200 Lux) merupakan desain yang memiliki kinerja pemeriksaan terbaik, namun masih terdapat cacat produk yang tidak terdeteksi atau terlewati, hal ini juga terlihat pada semua desain eksperimen. Kinerja pemeriksaan semua desain eksperimen masih berada pada batas kendali kinerja produktif.

**3. Analysis of Variance (ANOVA)**

Berdasarkan teknik analisis dengan uji ANOVA yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa untuk melakukan pendeteksian cacat minuman kemasan cup panther tingkat pencahayaan dan gender tidak ada perbedaan sedangkan tingkat pencahayaan dan posisi kerja terdapat perbedaan. Hal ini menunjukkan bahwa faktor interaksi yang berbeda adalah faktor pencahayaan dengan posisi kerja.

**Kesimpulan**

Berdasarkan hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan ukuran kinerja pemeriksaan, rancangan desain eksperimen yang menghasilkan kinerja pemeriksaan di stasiun kerja *visual inspection task* minuman kemasan cup panther terbaik adalah desain eksperimen LkB200 (Laki-laki, posisi kerja berdiri, tingkat pencahayaan 200 Lux) yaitu sebanyak 525 cup. Hal

ini juga mempengaruhi produktivitas kerja yang mana desain eksperimen LkB200 juga memiliki produktivitas tertinggi dari rancangan desain eksperimen lainnya yaitu sebesar 0.833.

2. Faktor interaksi yang berbeda pada desain eksperimen adalah faktor tingkat pencahayaan dengan posisi kerja. Faktor tersebut mempengaruhi jumlah cacat terdeteksi.

#### Daftar Pustaka

- Azwar, S. 2006. *Pengantar Psikologi Inteligensi*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Chengalur, N.S, et al. 2004. *Kodak's Ergonomic Design For People At Work. Second Edition, The Eastman Kodak company*. Amerika.
- Cronbach, L.J. 1990. *Essentials of Psychological Testing*. New York: Harper Collins Publishers.
- Dunn, N. & Wiliamson, A. (2012): *Driving Monotonous Routes in a Train Simulator. The Effect of Task Demand on Driving Performance and Subjective Experience. Ergonomic Vol.55 No.9, 997-1008*.
- Grandjean, E. 1988. *Fitting the Task To the Man. A Texbook of Occupational Ergonomics*, 4th Edition London: Taylor & Francis.
- Manuaba, A. 1992. *Pengaruh Ergonomi Terhadap Produktivitas*. Dalam Seminar Produktivitas Tenaga Kerja, Jakarta.
- Pasmawati, Yanti. & Rachmawati (2013): *Pengaruh Desain Lingkungan Fisik Dalam Ruang Terhadap Produktivitas Berpikir (kognisi)*. Prodising Seminar Nasional Teknik Industri (SNTI).ISSN: 2338-7122.pp54-61.
- Poulton, E.C. 1973. *The effect of fatigue inspection work. Applied Ergonomics : 73-83. Department of Engineering Production, University of Birmingham*. Birmingham.
- Santoso, Budi. 2004. *Ergonomi Manusia, Peralatan, dan Lingkungan*. Jakarta: Prestasi Pustaka.
- Sedarmayanti. 1996. *Tata Kerja dan Produktivitas Kerja, Suatu Tinjauan Aspek Ergonomi atau Kaitan antara Manusia dengan Lingkungan Kerja*. Bandung; CV. Mandar Maju.
- Sutalaksana Z, Iftikar, Dkk. 2006. *Teknik Perancangan Sistem Kerja*. Edisi kedua, ITB. Bandung
- Suma'mur, PK. 1982. *Ergonomi Untuk Produktivitas Kerja*. Jakarta: Yayasan Swabhawa Karya.
- Subekti, Agus. 2013. *Panduan Pelaksanaan Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Di Perguruan Tinggi edisi IX*. <http://simlitabmas.dikti.go.id>. Diakses pada tanggal 7 April 2013 Pukul 13.00.
- Tarwaka. 2014. *Ergonomi industri*. Solo: Harapan Press
- Tarwaka. 2014. *Ergonomi Industri: Dasar-Dasar Pengetahuan Ergonomi dan Aplikasi Di Tempat Kerja*. Surakarta: Harapan Press Surakarta.
- WHO. (2009): *Global status report on road safety. World Health Organisation, Geneva*.
- WHO. (2010): *Equity, Social Determinants and Public Health Programs. World Health Organisation, Geneva*.
- Wignjosoebroto, Sritomo. 2003. *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*. Surabaya: Guna Widya.