

# IDENTIFIKASI FAKTOR KETIDAKNYAMANAN PADA PEKERJA PENGRAJIN PATUNG PRIMITIF DENGAN MENGGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN

**Hari Purnomo, Sri Kusumadewi, Hesti Milawati**

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

## ABSTRAK

*A good product and performance will be influenced by operator, comfort, environmental condition and equipment. Comfort which is felt by operator will make work activity smooth. Many factors that influence comfort are particularly related to ergonomic concept. This research will try to identify uncomfortable factors in finishing department by artificial neural network. Backpropagation architecture and Learning Vector Quantization (LVQ) will be implemented in this research. Gradient descent use to identify some factors to cause uncomfortable. LVQ use to clasify some solutions to solve those uncomfortable.*

*Backpropagation network has 1 input layer, 1 hidden layer, and 1 output layer. Input layer consists 33 units, hidden layer has 20 units, and output layer has 1 unit. This network also supported by some biases. Sigmoid activation function used to activate units in the first hidden layer, and identity activation function used to activate units in the output layer. This network result accuration value, 98%.*

*LVQ network in 'A' class (work position cause) consists 33 units in input layer, 10 units in competitive layer, and 2 units in output layer. This network result accuration value, 98%. LVQ network in 'B' class (repetitive/cumulative work cause) consists 33 units in input layer, 7 units in competitive layer, and 3 units in output layer. This network result accuration value, 78%. Uncomfortable causes and solutions for some different cases with the same variables can be predicted by this trained networks.*

*Keywords: backpropagation, learning vector quantization.*

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Yogyakarta tidak hanya dikenal sebagai kota pendidikan tetapi juga sangat terkenal dengan hasil kerajinan tangannya (*Handicraft*). Salah satunya yaitu kerajinan berupa patung kayu yang berasal dari Desa Pendowoharjo, Kecamatan Sewon, Kabupaten Bantul, DIY. Produk yang dihasilkan berupa patung kayu yang mempunyai bentuk *Mask, Primitif, Asmat*. Dalam pembuatannya diperlukan ketelitian dan keterampilan khusus sehingga hasil kerjanya kelihatan indah dan artistik.

Pada proses pembuatannya perajin mulai melakukan aktivitas dari mempola, memotong/menggergaji, menyerut/mengamplas, mengukir/memahat dan merakit. Sedangkan pada proses finishing perajin mulai melakukan aktivitas dari pembersihan, pencucian, pengecatan dan terakhir pengepakan. Dari beberapa kegiatan yang dilakukan oleh perajin, ada bagian - bagian tertentu yang

mebutuhkan tingkat ketelitian dan kesabaran tertentu seperti pada bagian pengamplasan secara manual pada bagian finishing. Pada bagian ini perajin lebih banyak bekerja dengan posisi duduk membungkuk dan jongkok.

Faktor - faktor yang menyebabkan ketidaknyamanan pekerja dalam melakukan aktivitasnya sangat banyak, dan penelitian ini akan membahas pada faktor - faktor yang menyebabkan ketidaknyamanan pekerja terutama dalam aspek ergonomi. Walaupun aspek ini kurang diperhatikan pihak perusahaan, kalau dicermati disinilah awal dari ketidaknyamanan pekerja, baik dari segi lingkungan, sikap kerja, maupun alat kerja.

### 1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian di atas maka dapat dirumuskan pokok permasalahan dari penelitian yang akan dilakukan, yakni :

1. Apa penyebab rasa sakit yang diderita pekerja pada departemen finishing pada bagian pengamplasan dan bagaimana solusinya menurut pakar ergonomi ?
2. Bagaimana hasil keluaran jaringan syaraf tiruan jika dibandingkan dengan data penelitian, sehingga Jaringan dapat digunakan sebagai pakar untuk memprediksi penyebab dan solusi pada permasalahan yang sama, dengan pola yang berbeda?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengidentifikasi faktor - faktor penyebab ketidaknyamanan yang timbul pada pekerja pengrajin patung primitif, khususnya pada departemen finishing pada bagian pengamplasan, untuk kemudian dicari solusinya.
2. Mampu mengaplikasikan jaringan syaraf tiruan untuk mencari sebab - sebab ketidaknyamanan dan solusinya.

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1 Ergonomi

Istilah "ergonomi" berasal dari bahasa Latin yaitu *ERGON* (kerja) dan *NOMOS* (hukum alam), dan dapat didefinisikan sebagai studi tentang aspek - aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yang ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, engineering, manajemen dan desain / perancangan [9]. Sedangkan menurut *International Labour Organization* (ILO), ergonomi ialah penerapan ilmu biologi manusia sejalan dengan ilmu rekayasa untuk mencapai penyesuaian bersama antara pekerjaan dan manusia secara optimum dengan tujuan agar bermanfaat demi efisiensi dan kesejahteraan [4].

Prinsip mengenai daya guna gerak telah dikembangkan berdasarkan pengalaman dan merupakan suatu landasan yang baik untuk mengembangkan metode yang diperbaiki di tempat kerja. Prinsip-prinsip tersebut terbagi dalam tiga golongan, yaitu [8]:

- a. Penggunaan badan manusia
- b. Pengaturan tempat kerja
- c. Perencanaan alat-alat dan perlengkapan

## 2.2 Algoritma backpropagation

Algoritma backpropagation adalah sebagai berikut [5]:

- Inisialisasi bobot (ambil bobot awal dengan nilai random yang cukup kecil).
- Tetapkan: Maksimum Epoch, Target Error, dan *Learning Rate* ( $\alpha$ ).
- Inisialisasi: Epoch = 0.
- Kerjakan langkah-langkah berikut selama (Epoch < Maksimum Epoch) dan (MSE < Target Error):

1. Epoch = Epoch + 1

2. Untuk tiap-tiap pasangan elemen yang akan dilakukan pembelajaran, kerjakan:

### *Feedforward:*

- a. Tiap-tiap unit input ( $X_i$ ,  $i=1,2,3,\dots,n$ ) menerima sinyal  $x_i$  dan meneruskan sinyal tersebut ke semua unit pada lapisan yang ada di atasnya (lapisan tersembunyi).
- b. Tiap-tiap unit pada suatu lapisan tersembunyi ( $Z_j$ ,  $j=1,2,3,\dots,p$ ) menjumlahkan sinyal-sinyal input terbobot:

$$z\_in_j = b1_j + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij} \quad (1)$$

gunakan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal outputnya:

$$z_j = f(z\_in_j) \quad (2)$$

dan kirimkan sinyal tersebut ke semua unit di lapisan atasnya (unit-unit output).

- c. Tiap-tiap unit output ( $Y_k$ ,  $k=1,2,3,\dots,m$ ) menjumlahkan sinyal-sinyal input terbobot.

$$y\_in_k = b2_k + \sum_{i=1}^p z_i w_{jk} \quad (3)$$

gunakan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal outputnya:

$$y_k = f(y\_in_k) \quad (4)$$

dan kirimkan sinyal tersebut ke semua unit di lapisan atasnya (unit-unit output).

Catatan:

Langkah (b) dilakukan sebanyak jumlah lapisan tersembunyi.

### *Backpropagation*

- d. Tiap-tiap unit output ( $Y_k$ ,  $k=1,2,3,\dots,m$ ) menerima target pola yang berhubungan dengan pola input pembelajaran, hitung informasi errornya:

$$\delta 2_k = (t_k - y_k) f'(y\_in_k) \quad (5)$$

$$\phi 2_{jk} = \delta_k z_j \quad (6)$$

$$\beta 2_k = \delta_k \quad (7)$$

kemudian hitung koreksi bobot (yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai  $w_{jk}$ ):

$$\Delta w_{jk} = \alpha \phi_{jk} \quad (8)$$

hitung juga koreksi bias (yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai  $b_{2k}$ ):

$$\Delta b_{2k} = \alpha \beta_k \quad (9)$$

Langkah (d) ini juga dilakukan sebanyak jumlah lapisan tersembunyi, yaitu menghitung informasi error dari suatu lapisan tersembunyi ke lapisan tersembunyi sebelumnya.

- e. Tiap-tiap unit tersembunyi ( $Z_j$ ,  $j=1,2,3,\dots,p$ ) menjumlahkan delta inputnya (dari unit-unit yang berada pada lapisan di atasnya):

$$\delta_{in_j} = \sum_{k=1}^m \delta_{2k} w_{jk} \quad (10)$$

kalikan nilai ini dengan turunan dari fungsi aktivasinya untuk menghitung informasi error:

$$\delta 1_j = \delta_{in_j} f'(z_{in_j}) \quad (11)$$

$$\phi 1_{ij} = \delta_j x_j \quad (12)$$

$$\beta 1_j = \delta 1_j \quad (13)$$

kemudian hitung koreksi bobot (yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai  $v_{ij}$ ):

$$\Delta v_{ij} = \alpha \phi 1_{ij} \quad (14)$$

hitung juga koreksi bias (yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai  $b_{1j}$ ):

$$\Delta b_{1j} = \alpha \phi 1_j \quad (15)$$

- f. Tiap-tiap unit output ( $Y_k$ ,  $k=1,2,3,\dots,m$ ) memperbaiki bias dan bobotnya ( $j=0,1,2,\dots,p$ ):

$$w_{jk}(\text{baru}) = w_{jk}(\text{lama}) + \Delta w_{jk} \quad (16)$$

$$b_{2k}(\text{baru}) = b_{2k}(\text{lama}) + \Delta b_{2k} \quad (17)$$

Tiap-tiap unit tersembunyi ( $Z_j$ ,  $j=1,2,3,\dots,p$ ) memperbaiki bias dan bobotnya ( $i=0,1,2,\dots,n$ ):

$$v_{ij}(\text{baru}) = v_{ij}(\text{lama}) + \Delta v_{ij} \quad (18)$$

$$b_{1j}(\text{baru}) = b_{1j}(\text{lama}) + \Delta b_{1j} \quad (19)$$

### 3. Hitung MSE.

## 2.3 Algoritma LVQ

Algoritma LVQ adalah sebagai berikut [6]:

0. Tetapkan:

- Bobot awal variabel input ke- $j$  menuju ke kelas (cluster) ke- $i$ :  $W_{ij}$ , dengan  $i=1,2,\dots, K$ ; dan  $j=1,2,\dots, m$ .
- Maksimum epoh:  $\text{MaxEpoh}$ .
- Parameter *learning rate*:  $\alpha$ .
- Pengurangan *learning rate*:  $\text{Deca}$ .
- Minimal *learning rate* yang diperbolehkan:  $\text{Min}\alpha$ .

1. Masukkan:

- Data input:  $X_{ij}$ ; dengan  $i=1,2,\dots,n$ ; dan  $j=1,2,\dots,m$ .

- b. Target berupa kelas:  $T_k$ ;  
dengan  $k=1,2,\dots,n$ .
2. Tetapkan kondisi awal:  $\text{epoh}=0$ ;
3. Kerjakan jika: ( $\text{epoh} \leq \text{MaxEpoh}$ ) dan ( $\alpha \geq \text{Min}\alpha$ )
  - a.  $\text{epoh} = \text{epoh}+1$ ;
  - b. Kerjakan untuk  $i=1$  sampai  $n$ 
    - i. Tentukan  $J$  sedemikian hingga  $\|X_i - W_j\|$  minimum; (20)  
dengan  $j=1,2,\dots,K$ .
    - ii. Perbaiki  $W_j$  dengan ketentuan:
      - o Jika  $T = C_j$  maka:  
$$W_j = W_j + \alpha (X_i - W_j)$$
 (21)
      - o Jika  $T \neq C_j$  maka:  
$$W_j = W_j - \alpha (X_i - W_j)$$
 (22)
  - c. Kurangi nilai  $\alpha$ .  
(pengurangan  $\alpha$  bisa dilakukan dengan:  $\alpha = \alpha - \text{Dec}\alpha$ ; atau dengan cara:  $\alpha = \alpha - \alpha * \text{Dec}\alpha$ )

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Subyek dan Obyek Penelitian

Subyek penelitian adalah pengrajin di sebuah paguyuban pengrajin patung primitif yang terdiri dari 5 sanggar pengrajin besar dan 20 sanggar pengrajin kecil, yang ada di Jogjakarta. Obyek penelitian di departemen finishing, bagian pengamplasan. Pemilihan departemen ini karena departemen ini walaupun sederhana tetapi keluhan akan ketidaknyamanan pekerja sangat banyak

#### 3.2 Identifikasi Data

Data-data yang dibutuhkan diambil dari departemen finishing, khususnya pada pengamplasan patung secara manual setelah dibakar. Jumlah sampel yang diambil sebanyak 50 pekerja dengan variabel yang diteliti sebanyak 33 variabel.. Data-data yang relevan untuk bisa menyelesaikan masalah dalam penelitian kali ini antara lain :

- a. Data bagian tubuh yang mengalami rasa sakit dan tingkat keluhannya.
- b. Data penyebab dan solusi dari rasa sakit yang diderita pekerja oleh pakar ergonomi.
- c. Data antropometri digunakan sebagai acuan dalam merancang produk.

#### 3.3 Pengumpulan Data

Data yang diperlukan adalah data primer dan sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh dari pengamatan langsung dan dari wawancara. Data yang dikumpulkan dari pengamatan langsung adalah data tentang sikap pengrajin dalam bekerja, lingkungan kerja, dan aktivitas kerja. Sedangkan teknik wawancara diperlukan untuk menanyakan tentang keluhan-keluhan bagian tubuh sebagai implikasi pekerjaan dan wawancara dengan pakar mengenai solusi

akibat keluhan yang terjadi. Data sekunder diperoleh dari studi kepustakaan, dimana data yang diperlukan berupa kajian teoritis solusi akibat keluhan - keluhan pekerja dan berupa hasil-hasil penelitian sejenis.

### 3.4 Pengolahan data

Pengolahan data dengan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation dan Learning Vector Quantization. Jaringan yang telah dilatih tersebut akan digunakan untuk memprediksi penyebab dan solusi ketidaknyamanan pada kasus yang berbeda dengan variabel yang sama dengan mengenali pola yang ada.

## 4. PENGOLAHAN DATA

Bagian tubuh yang diteliti adalah 33 bagian tubuh (Tabel 1), dengan 50 data sampel untuk 33 variabel. Dari 50 data sampel yang didapat, hanya 45 data sampel yang layak untuk diolah, karena ada 5 orang yang memiliki jawaban sama sehingga diambil satu jawaban saja dan 2 orang yang menyatakan tidak ada keluhan sama sekali.

**Tabel 1** Penyebab bagian tubuh pekerja mengalami rasa sakit menurut pakar.

Bagian Tubuh yang Menderita rasa Sakit	Penyebab
Kepala	Sikap kerja yang menunduk
Mata	Sikap Kerja mata yang tidak terfokus / debu
Pernapasan	Debu dari pengamplasan
Leher	Sikap Kerja yang menunduk
Punggung	Sikap Kerja yang membungkuk
Bahu kanan	Kumulatif dari aktivitas kerja yang tidak teratur
Bahu kiri	Kumulatif dari aktivitas kerja yang tidak teratur
Lengan kanan	Kumulatif dari aktivitas kerja yang tidak teratur
Lengan kiri	Kumulatif dari aktivitas kerja yang tidak teratur
Siku kanan	Kumulatif dari aktivitas kerja yang tidak teratur
Siku kiri	Kumulatif dari aktivitas kerja yang tidak teratur
Lengan bawah kanan	Kumulatif dari aktivitas kerja yang tidak teratur
Lengan bawah kiri	Kumulatif dari aktivitas kerja yang tidak teratur
Pergelangan tgn kn	Kumulatif dari aktivitas kerja yang tidak teratur
Pergelangan tgn kr	Kumulatif dari aktivitas kerja yang tidak teratur
Telapak tgn kn	Kumulatif dari aktivitas kerja yang tidak teratur
Telapak tgn kr	Kumulatif dari aktivitas kerja yang tidak teratur
Jari tgn kn	Kumulatif dari aktivitas kerja yang tidak teratur
Jari tgn kiri	Kumulatif dari aktivitas kerja yang tidak teratur
Pinggang	Sikap Kerja yang membungkuk
Pantat	Sikap Kerja dengan tempat kerja yang tidak baik
Bokong	Sikap Kerja dengan tempat kerja yang tidak baik
Perut	Sikap Kerja yang membungkuk
Paha kn	Sikap kerja dari kondisi kaki terlipat
Paha kr	Sikap kerja dari kondisi kaki terlipat

Lutut kn	Sikap kerja dari kondisi kaki terlipat
Lutut kr	Sikap kerja dari kondisi kaki terlipat
Betis kn	Sikap kerja dari kondisi kaki terlipat
Betis kr	Sikap kerja dari kondisi kaki terlipat
Pergelangan kk kn	Sikap kerja dari kondisi kaki terlipat
Pergelangan kk kr	Sikap kerja dari kondisi kaki terlipat
Telapak kaki kn	Sikap kerja dari kondisi kaki terlipat
Telapak kaki kr	Sikap kerja dari kondisi kaki terlipat

Untuk masing-masing penyebab, ditentukan solusinya, dan kemudian setiap solusi digolongkan dalam kelas tertentu (Tabel 2).

**Tabel 2** Solusi dari penyebab rasa sakit

Penyebab	Solusi	Kelas
Debu	Menggunakan Masker	C
Sikap Kerja	1. Kursi dirancang sedemikian rupa sehingga membentuk kondisi kerja yang baik.	A1
	2. Meja kerja dirancang sedemikian rupa sehingga membentuk kondisi kerja yang baik.	A2
Kumulatif dari aktivitas kerja	1. Gerakan tangan dan badan harus dihemat	B1
	2. Gerakan yang patah - patah banyak perubahan arah menghambat kerja, sehingga perlu irama kerja teratur	B2
	3. Gerakan balistik akan lebih cepat dan menyenangkan dari pada gerakan yang dikendalikan	B3

#### 4.1 Konversi Tingkat Rasa Sakit, Penyebab, dan Solusi ke dalam Bentuk Notasi Angka

Data hasil kuisioner yang layak diolah dan masih berupa keterangan tersebut dirubah dalam bentuk notasi angka untuk mempermudah dalam pengolahan pada jaringan syaraf tiruan. Untuk keterangan 'Tidak Sakit' maka diberi notasi angka 0; kemudian untuk rasa 'Agak Sakit' diberi notasi angka 0,3; rasa Sakit diberi notasi angka 0,7; dan rasa 'Sakit Sekali' diberi notasi angka 1;

Sedangkan untuk penyebab rasa sakit, juga dikonversi kedalam bentuk angka, untuk Sikap kerja diberi notasi 1, dan Kumulatif dari aktivitas akibat kerja diberi notasi angka 0. sedangkan untuk penyebab dikarenakan debu tidak diberi notasi, karena penyebab ini sudah jelas pada aktifitas pengamplasan yang akan menghasilkan debu, sehingga tidak dimasukkan kedalam perhitungan.

Untuk kelas dari solusi pada penyebab, dibagi menjadi dua berdasarkan penyebab. Untuk sakit dikarenakan sikap kerja (kelas A), dengan solusi : A1 - kursi dirancang sedemikian rupa sehingga membentuk kondisi kerja yang baik. A2 - meja kerja dirancang sedemikian rupa sehingga membentuk kondisi kerja yang baik Begitu juga untuk penyebab sakit dikarenakan kumulatif dari aktivitas

kerja (kelas B), dengan solusi : B1 - Gerakan tangan dan badan harus dihemat. B2 - Gerakan yang patah – patah banyak perubahan arah menghambat kerja, sehingga perlu irama kerja teratur. B3 - Gerakan balistik akan lebih cepat dan menyenangkan dari pada gerakan yang dikendalikan.

#### 4.2 Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*

Lapisan masukan terdiri dari 33 sel yang merupakan banyaknya vektor masukan jaringan. Jumlah lapisan dalam ditentukan dengan percobaan pelatihan jaringan sehingga didapatkan error terkecil pada suatu jumlah putaran (iterasi). Berdasarkan perbandingan jumlah error, lapisan dalam, dan jumlah iterasi (hasil percobaan peneliti). Dari hasil percobaan tersebut maka dipilih jumlah sel lapisan dalam adalah 20 sel dengan jenis pelatihan learn bp.

Dari 45 data yang layak diolah, 35 data yang akan dilatih dengan arsitektur sebagai berikut :

- |                                   |                                    |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| a. Jaringan Syaraf                | : backpropagation                  |
| b. Jumlah sel lapisan masukan     | : 33 buah                          |
| c. Jumlah sel lapisan tersembunyi | : 20 buah                          |
| d. Jumlah sel lapisan keluaran    | : 1 buah                           |
| e. learning rate                  | : 0.5                              |
| f. Maksimum epoch                 | : 20000                            |
| g. Toleransi error                | : 0.001                            |
| h. Fungsi aktivasi                | : Fungsi Logsig dan Fungsi Purelin |

#### 4.3 Jaringan Syaraf Tiruan *Learning Vector Quatization (LVQ)* .

##### (i) Pengolahan untuk penyebab rasa sakit dikarenakan sikap kerja (Kelas A)

Dari 45 data yang layak diolah, 33 data yang termasuk pada kelas solusi A (sikap kerja), yang terbagi menjadi dua kelas lagi (A1 dan A2). Dari 32 data, 27 data sebagai data pelatihan dan 5 data sisanya sebagai data pengujian. Jaringan ini memiliki 33 sel masukan, 10 sel kompetitif, dan 2 sel keluaran.

Dari 20 data yang termasuk dalam kelas ini (kelas A), 15 data yang akan dilatih dengan arsitektur sebagai berikut :

- |                                  |                       |
|----------------------------------|-----------------------|
| a. Jaringan Syaraf               | : Jaringan syaraf LVQ |
| b. Jumlah sel lapisan masukan    | : 33 buah             |
| c. Jumlah sel lapisan kompetitif | : 10 buah             |
| d. Jumlah sel lapisan keluaran   | : 2 buah              |
| e. learning rate                 | : 0.5                 |
| f. Bias                          | : 0.5                 |

##### (ii) Pengolahan untuk penyebab rasa sakit dikarenakan kumulatif / repetitive dari pekerjaan (kelas B)

Dari 45 data yang layak diolah, 25 data yang termasuk pada kelas solusi ini (kelas B), yang terbagi menjadi tiga kelas lagi (B, B2, dan B3). Dari 13 data, 8 data sebagai data pelatihan dan 5 data sisanya sebagai data pengujian. Sehingga jaringan ini memiliki 33 sel masukan, 7 sel kompetitif, dan 3 sel keluaran.

Dari 20 data yang termasuk dalam kelas ini (kelas B), 15 data yang akan dilatih dengan arsitektur sebagai berikut :

- a. Jaringan Syaraf : Jaringan Syaraf LVQ
- b. Jumlah sel lapisan masukan : 33 buah
- c. Jumlah sel lapisan kompetitif : 7 buah
- d. Jumlah sel lapisan keluaran : 3 buah
- e. learning rate : 0.5
- f. Bias : 0.1

## 5. PEMBAHASAN

### 5.1 Analisis Ergonomi

Setelah didapat data keluhan subjektif dari 50 pekerja pengamplasan pada bagian finishing, dicari penyebabnya berdasarkan ilmu ergonomi, baik dengan studi literatur maupun tanya jawab dengan pakar ergonomi.

### 5.2 Analisis Akibat Debu

Pada pekerjaan pengamplasan dangat rentan terjadinya gangguan pernapasan dikarenakan debu yang dihasilkan oleh benda yang sedang diampelas, baik itu dengan menggunakan alat, maupun dengan manual. Begitu juga dengan mata, mata akan mengalami perih dikarenakan debu yang masuk ke mata. Untuk itu perlu ada penanganan yang baik seperti menggunakan pelindung mata dan masker debu yang baik. Pada pekerja pengrajin patung primitif umumnya sudah menggunakan masker debu walaupun masih menggunakan masker yang standar yakni dari kain sehingga debu masih bisa masuk kesaluran pernapasan. Untuk kacamata pelindung tidak digunakan karena tidak tersedia.

### 5.3 Analisis Sikap Kerja

Sikap tubuh dalam bekerja berhubungan dengan tempat duduk, meja kerja dan luas pandangan, sedangkan pekerja pada bagian pengamplasan ini, bekerja dengan posisi duduk dibawah dengan duduk pada kursi kecil (dingklik) tanpa menggunakan meja. Akibatnya posisi tubuh membungkuk sehingga menimbulkan rasa sakit pada kepala, mata, leher, punggung, dan pinggang, hal ini terjadi bila pekerja sedang mengmpelas produk dengan ukuran kecil, tetapi bila produk yang diampelas berukuran sedang atau besar hal ini tidak mengalami masalah, karena tubuh tidak membungkuk. Sedangkan pada kaki, akibat dari duduk di kursi kecil (dingklik) mengakibatkan kaki terlipat sehingga terjadi rasa sakit atau kram.

Dari permasalahan tersebut, maka solusi yang didapat untuk memperbaiki sikap kerja pekerja sehingga dapat mengurangi bahkan menghilangkan rasa sakit yang diderita, didapat dua solusi yakni bekerja dengan penambahan meja kerja dan kursi kerja yang baru bagi pekerja yang sedang mengerjakan pengamplasan produk kecil dan sedang, sehingga tubuh pekerja tidak membungkuk dan kaki tidak menopang tubuh. Serta bekerja dengan menggunakan kursi kerja yang baru tanpa perlunya penambahan meja kerja, bagi pekerja yang sedang mengampelas produk dengan ukuran besar, sehingga tubuh dapat bersikap tegak.

#### 5.4 Analisis Kumulatif Akibat Aktivitas Kerja yang Dilakukan

Aktivitas kerja dapat dikelompokkan menjadi dua jenis yakni aktivitas kerja yang dinamis (ritmik) dan kerja otot statik (sikap), tidak dianjurkan untuk melakukan aktivitas statis dalam jangka waktu yang lama karena akan timbul rasa nyeri dan memaksa pekerja untuk berhenti. Aktivitas yang umumnya dilakukan oleh pekerja bagian pengamplasan adalah bekerja dengan posisi kerja statis dan cenderung menggunakan gerak badan yang berlebih. Untuk itu perlu adanya solusi dari aktivitas kerja yang dilakukan supaya pekerja dapat merasa nyaman dalam bekerja walaupun bekerja dalam jangka waktu yang lama. Berdasarkan prinsip ekonomi gerakan, solusi yang diperoleh bagi penanggulangan akibat kumulatif dari aktivitas kerja yang dilakukan, sebagai berikut :

- a. Gerakan tangan dan badan harus dihemat.
- b. Gerakan yang patah – patah, banyak perubahan arah akan memperlambat gerakan tersebut, sehingga perlu adanya irama kerja yang teratur.
- c. Gerakan balistik akan lebih cepat, menyenangkan dan lebih teliti dari pada gerakan yang dikendalikan.

#### 5.5 Analisis Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*

Dengan mengambil nilai *threshold* = 0,5; artinya jika nilai hasil pengujian pada jaringan  $\geq 0,5$ ; maka output yang diberikan adalah 1, namun jika nilai hasil pengujian pada jaringan  $< 0,5$ ; maka output yang diberikan adalah 0. Dari kedua data yang diuji, pada data pelatihan setelah diuji kembali dan data uji, antara hasil pengujian dengan target semuanya benar. Artinya jaringan 98% akurat, sehingga bila dimasukkan pola baru maka tingkat keakuratan prediksi sebesar 98%.

#### 5.6 Analisis Jaringan Syaraf Tiruan Learning Vector Quantization (LVQ)

##### (i) Analisis untuk Kelas A

32 pola dinyatakan termasuk pada kelas A ini, yakni solusi bagi sikap kerja yang kurang baik. Yang kemudian dibagi menjadi dua kelas lagi yakni perbaikan sikap kerja dengan cara menggunakan kursi kerja yang sesuai dengan data antropometri (kelas A1), dan perbaikan sikap kerja dengan cara menggunakan meja kerja yang sesuai dengan antropometri tubuh (kelas A2). Dari kedua data yang diuji, pada data pelatihan setelah diuji kembali antara hasil pengujian dengan target terdapat 1 data yang salah atau tidak tepat (nilai yang diberi tanda \*). Sedangkan pada data uji antara hasil pengujian dengan target, kesemuanya tepat. Artinya jaringan 98% akurat, dan bila diujikan dengan pola baru maka keakuratan keluaran sebesar 98%.

##### (ii) Analisis untuk Kelas B

Tigabelas pola dinyatakan termasuk pada kelas B ini, yakni solusi kumulatif dari aktivitas kerja yang dilakukan, lalu solusi ini dipecah lagi menjadi tiga, yakni gerakan tangan dan badan harus dihemat (B1), gerakan yang patah – patah, banyak perubahan arah akan memperlambat gerakan tersebut, sehingga perlu adanya irama kerja yang teratur (B2), gerakan balistik akan lebih cepat, menyenangkan dan lebih teliti dari pada gerakan yang dikendalikan (B3). Dari kedua data yang diuji, pada data pelatihan setelah diuji kembali antara hasil

pengujian dengan target semua data keluaran tepat. Sedangkan pada data uji antara hasil pengujian dengan target terdapat 3 data salah. Artinya jaringan 78% akurat, dan bila diberikan pola baru untuk diuji, maka tingkat keakuratan 78%.

## 6. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa

- a. Hasil dari kuisioner didapat 33 bagian tubuh sebagai variabel parameter penyebab ketidaknyamanan. Dengan pola sebanyak 45 pola dari 50 sampel.
- b. Hasil identifikasi untuk faktor penyebab oleh pakar, didapat 3 penyebab utama dari rasa sakit yang diderita yakni, akibat debu pada pengamplasan, sikap kerja yang kurang baik, dan kumulatif dari aktivitas kerja yang dilakukan.
- c. Hasil identifikasi solusi untuk penyebab oleh pakar, didapat 1 solusi untuk penyebab akibat debu, yakni dengan menggunakan masker, 2 solusi untuk penyebab akibat sikap kerja, solusi pertama pekerja menggunakan kursi kerja yang sesuai antropometri tanpa menggunakan meja, dan solusi kedua pekerja menggunakan meja kerja yang sesuai dengan antropometri dan menggunakan kursi kerja yang lama. Untuk penyebab akibat kumulatif dari aktivitas kerja yang dilakukan didapat 3 solusi, solusi pertama gerakan tangan dan badan harus dihemat, solusi kedua gerakan yang patah – patah, banyak perubahan arah akan memperlambat gerakan tersebut, sehingga perlu adanya irama kerja yang teratur. Solusi ketiga gerakan balistik akan lebih cepat, menyenangkan dan lebih teliti dari pada gerakan yang dikendalikan.
- d. Pada jaringan *backpropagation* yang digunakan untuk mengidentifikasi faktor penyebab dari ketidaknyamanan, pola yang diuji dan dikenali sebanyak 35 pola, dengan sel pada lapisan tersembunyi 20 buah dan learning rate 0,5; ternyata jaringan berhasil belajar sebesar 98%
- e. Pada jaringan *Learning Vector Quantization* yang digunakan untuk mengidentifikasi solusi dari faktor penyebab ketidaknyamanan akibat sikap kerja, yang terdiri dari dua kelas solusi, pola yang diuji dan dikenali sebanyak 27 pola, dengan sel *competitive* 10 buah dan learning rate 0,5; ternyata jaringan berhasil belajar sebesar 98%
- f. Pada jaringan *Learning Vector Quantization* yang digunakan untuk mengidentifikasi solusi dari faktor penyebab ketidaknyamanan akibat kumulatif dari aktivitas kerja, yang terdiri dari tiga kelas solusi, pola yang diuji dan dikenali sebanyak 8 pola, dengan sel *competitive* 7 buah dan learning rate 0,5. ternyata jaringan berhasil belajar sebesar 74%
- g. Setelah ketiga jaringan syaraf dilatih dengan pola yang tersedia, kemudian pola tersebut disimpan untuk menjadi data base pada sistem pakar, sehingga dapat digunakan untuk mengidentifikasi faktor ketidaknyamanan dan solusinya, pada pola kasus baru, dengan variabel parameter yang sama.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asmoro, Eddi I, dkk. *Studi Temperatur, Kebisingan dan Pencahayaan untuk Memprediksi Produksi Resistor dengan Jaringan Syaraf Tiruan*. Yogyakarta: Seminar Prosiding, Laboratorium Analisis Perencanaan Kerja dan Ergonomi, FTI – TI, UII, 2003.

- [2] Barnes. R. M. *Motion Time Study, Design and Measurement of Work*. California: University of California, 1980.
- [3] Demuth, Howard, dkk. *Neural Network Toolbox, For Use Matlab*. USA: The Math Works, Inc, 1994.
- [4] Effendi, Fikry. *Artikel : Ergonomi Bagi Pekerja Sektor Informal*, Cermin Dunia Kedokteran No. 136, 2002.
- [5] Fauzet, L., *Fundamentals of Neural Network*, Pretice Hall Inc, 1994.
- [6] Kusumadewi, Sri. *Artificial Intelligence Teknik dan Aplikasinya*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2003.
- [7] Nurmianto. E. *Ergonomi, Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Jakarta: PT. Guna widya , 1996.
- [8] Sitalaksana. I. Z., R. Anggawisata, J. H. Tjakraatmadja. *Teknik Tata Cara Kerja*, Bandung: Dept. Teknik Industri ITB, 1979.
- [9] Wigyoebroto. S. *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*. Jakarta: PT. Guna Widya, 1995.