Neural Network Control Chart sebagai Salah Satu Alternatif untuk Diterapkan pada Data Non-Normal

Diah Indriani
Departemen Biostatistika dan Kependudukan FKM UNAIR
Alamat Korespondensi:
diah.indriani@gmail.com
Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga
Jl. Mulyorejo Kampus C Unair Surabaya 60115

ABSTRACT

Control chart is a tool for stability process measure. Efficient and reliable control chart is control chart which can detect mean and variants shift simultaneous. Process shift will be happened if the process out of control. Commonly control chart is Shewhart Control Chart which can use with normal distribution assumption in data. Neural network approximation is alternative for control chart methods. The superiority of Control Chart Neural Network can apply in normal or non-normal distribution data. This research was studied about neural network approximation in control chart for process shift detection. ARL (Average Run Length) value is tool for identified efectiveness of control chart. This research was generated exponential distribution with 9 shif process. The ARL value can detect the shift under 6 point value. This indicate that Neural Network Control effective for detecting shift ini non-normal data distribution.

Keywords*: neural network control chart, average run length, non-normal*

ABSTRACT

Control chart adalah alat yang digunakan untuk mengukur stabilitas proses. *Control chart* yang efisien dan dapat diandalkan adalah peta kendali yang dapat mendeteksi pergeseran mean dan varians simultanious. Pergeseran proses terjadi jika proses di luar kendali. Umumnya peta kendali Shewhart adalah *Control chart* yang dapat digunakan dengan menggunakan data distribusi normal. Pendekatan jaringan saraf adalah alternatif untuk kontrol metode grafik. Keunggulan *Control Chart Neural Network* adalah dapat diterapkan dalam data distribusi normal atau tidak normal. Penelitian ini mempelajari tentang pendekatan jaringan saraf dalam diagram kontrol proses *shift detective*. Nilai ARL (*Average Run Lenght)* adalah alat untuk mengidentifikasi efektivitas peta kendali. Penelitian ini menghasilkan distribusi eksponensial dengan 9 proses *shift*. Nilai ARL dapat mendeteksi pergeseran di bawah 6 titik nilai. Hal ini menunjukkan bahwa *Neural Network Control* efektif untuk mendeteksi pergeseran distribusi data tidak normal.

Kata kunci: peta kendali jaringan saraf, average run length, non-normal

PENDAHULUAN

Kualitas merupakan salah satu variabel yang dipertimbangkan konsumen dalam memilih produk barang dan jasa. Kualitas yang baik berasal dari suatu proses yang terkendali dan stabil. Peta kendali merupakan salah satu cara mengukur stabilitas proses. Peta kendali yang handal dan efektif adalah peta kendali yang dapat mendeteksi dengan cepat, pergeseran rata-rata dan varian proses yang sangat kecil. Peta kendali yang sudah umum digunakan adalah peta kendali Shewhart, tetapi peta kendali ini mempunyai kelemahan yaitu peta kendali Shewhart hanya dapat digunakan pada data berdistribusi normal. Peta kendali pada data berdistribusi non-normal yang telah dikembangkan yaitu dengan Metode *Willemain-Runger* (WR), Metode *Median* dan Metode *Bootstrap*. Beberapa penelitian yang telah dilaksanakan menyebutkan bahwa, metode pendekatan jaringan syaraf dapat diterapkan sebagai salah satu alternatif dalam pembuatan peta kendali.

Chang dan Aw (1999) telah meneliti tentang pendekatan metode jaringan syaraf *fuzzy* pada peta kendali untuk mendeteksi pergeseran rata-rata proses. Peta kendali jaringan syarat dapat diterapkan pada data berdistribusi non-normal. Hasil penelitiannya menyebutkan bahwa, peta kendali dengan pendekatan metode jaringan syaraf *fuzzy* dapat mendeteksi pergeseran rata-

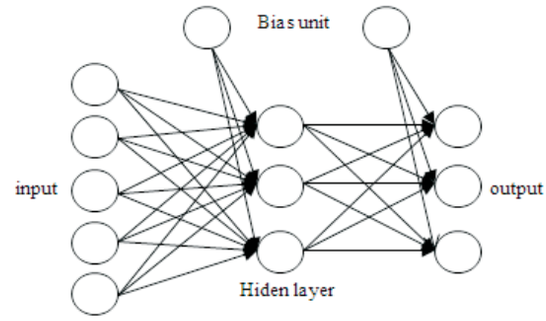
rata. Sebagai kelanjutan dari penelitian ini, Chang dan Ho (1999) meneliti tentang pendekatan metode jaringan syaraf pada peta kendali untuk mendeteksi pergeseran varian proses. Pendekatan metode jaringan syaraf pada penelitian ini, selain mendeteksi adanya pergeseran varian juga mengklasifikasikan jenis pergeseran varian tersebut. Hasil penelitiannya menyebutkan bahwa, peta kendali dengan pendekatan metode jaringan syaraf dapat mendeteksi pergeseran varian dan dapat diterapkan pada data subgrup maupun data individual. Pada tahun yang sama pula, Chang dan Ho meneliti tentang pendekatan metode jaringan syaraf pada peta kendali untuk mendeteksi pergeseran rata-rata dan varian proses secara simultan. Pendekatan metode jaringan syaraf pada penelitian ini menggunakan penggabungan secara paralel antara jaringan untuk mendeteksi pergeseran rata-rata, dan jaringan untuk mendeteksi pergeseran varian.

Dedeakayogullari dan Burnak (1999) meneliti tentang penentuan pergeseran rata-rata dan varian proses dengan metode jaringan syaraf. Pendekatan metode jaringan syaraf pada penelitian ini dengan menggunakan *feature selection*. Hasil penelitiannya menyebutkan bahwa peta kendali dengan pendekatan metode jaringan syaraf dapat mendeteksi pergeseran rata-rata dan varian. Guh dan Tannock (1999) meneliti tentang peta kendali yang dititik beratkan pada polanya (*natural, shift, trend, cycle*). Hasil penelitiannya menyebutkan bahwa, peta kendali dengan pendekatan metode jaringan syaraf dapat mendeteksi pengamatan di luar kendali, di mana dalam pengamatan tersebut terdapat lebih dari satu pola yang terjadi secara simultan.

Penelitian ini dititik beratkan pada penerapan peta kendali jaringan syaraf pada data simulasi berdistribusi non-normal untuk mendeteksi adanya pergeseran proses. Hasil penelitian dalam ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan lebih tentang pendekatan metode pembuatan peta kendali yang dapat mengabaikan asumsi distribusi normal pada data.

JARINGAN SYARAF BUATAN (*ARTIFICIAL NEURAL NETWORK*/ANN)

Jaringan syaraf buatan merupakan suatu pemodelan matematika yang didasari oleh struktur dan fungsi syaraf. Mekanisasi jaringan



Gambar 1. Arsitektur Jaringan Syaraf Buatan (*Artificial Neural Network*) dengan 5 *Input Node*, 3 *Hidden Node* dan 3 *Output Node*

syaraf (*neural network*) terdiri dari sejumlah neuron yang saling berinteraksi mengombinasikan nilai masukan, nilai bias dan nilai hasil. Dalam suatu jaringan terdapat sebuah lapisan masukan (*input layer*), sebuah lapisan hasil (*output layer*) dan kemungkinan satu atau lebih lapisan antara (*hidden layer*). Bobot diberikan pada masing-masing hubungan interaksi yang digunakan untuk mentransformasi nilai masukan menjadi nilai hasil. Jaringan syaraf buatan merupakan alternatif yang baik, yang dapat digunakan dalam proses kontrol, karena sebuah jaringan syaraf dapat membedakan kasus yang berada dalam kontrol dan kasus yang berada di luar kontrol, ini berarti dapat mendeteksi pergeseran proses di dalamnya.

Gambar 1 menunjukkan tentang sebuah arsitektur jaringan syaraf buatan (*artificial neural network*). Menurut Ripley (1996), jaringan syaraf pada Gambar 1 dapat direpresentasikan dalam fungsi sebagai berikut.

$$y_k = f_o\left(\alpha_k + \sum_{j\to k} w_{jk} f_h\left(\alpha_j + \sum_{i\to j} w_{ij} x_i\right)\right)$$

di mana:

x = signal masukan
w = pembobot synaptik atau pembobot penghubung,
y = signal hasil
$f(.)$ = fungsi aktifasi
α_k = nilai bias untuk node hasil ke-k
α_j = nilai bias untuk hidden node ke-j

Arsitektur jaringan syaraf yang mempunyai *hidden layer* lebih dari satu, dan dengan semua neuron dalam sebuah layer mempunyai fungsi yang sama yaitu f_h atau f_o digambarkan sebagai

$$y_k = f_o\left(\alpha_k + \sum_{i\to k} w_k\, x_i + \sum_{j\to k} w_k\, f_h\left(\alpha_j + \sum_{i\to j} w_j\, x_i\right)\right)$$

Menurut Dedeakayogullari dan Burnak (1999), jumlah node dari *input layer* ditentukan oleh ukuran dari vektor nilai masukan. Jumlah node dari *output layer* ditentukan oleh ukuran dari klasifikasi kelas nilai hasil yang diharapkan dalam penelitian. Sedangkan untuk jumlah node pada *hidden layer*, tidak terdapat spesifikasi yang optimal. Pemilihan jumlah node pada *hidden layer* tergantung pada permasalahan yang dihadapi juga tergantung pada pengalaman peneliti.

Penggunaan fungsi aktivasi dalam sebuah arsitektur jaringan dapat berbeda-beda tergantung dengan penerapannya. Permasalahan yang seringkali timbul dalam sebuah arsitektur jaringan adalah menentukan jumlah layer dan jumlah neuron yang optimal (Ripley, 1996).

Proses dalam jaringan syaraf buatan (ANN) dibedakan menjadi tiga tahap utama yaitu *feedforward*, *backpropagation* dan *update* nilai bobot. Pada tahap *feedforward* dilakukan proses dari nilai masukan sampai diperoleh nilai hasil, sedangkan pada tahap *backpropagation* dilakukan proses pembandingan nilai hasil dari tahap *feedforward* dengan nilai target yang telah ditentukan, dan kemudian dilanjutkan sampai *input layer* sehingga diperoleh nilai eror. Pada tahap *update* nilai bobot dilakukan peng-update-an nilai bobot sampai diperoleh level eror yang dapat diterima. Ketiga tahap ini akan terus dilakukan sampai suatu kondisi eror yang dapat diterima yang kriterianya ditentukan oleh peneliti.

Langkah-langkah pembuatan peta kendali jaringan syarat sebagai berikut: Menentukan vektor masukan sebagai *input node* dalam. Menentukan jaringan yang paling optimal yang mempunyai fungsi eror minimum. Menentukan nilai *cut off* yang dapat berfungsi sebagai batas kendali berdasarkan prosentase nilai hasil (dalam selang) terhadap target nilai hasil jaringan optimal yang telah dihasilkan. Menggambar garis *cut off* dengan sumbu vertikal merupakan nilai hasil jaringan dan sumbu horinsontal merupakan nomor lot/nomor sampel/tanggal pengambilan sampel. Menggambar nilai hasil jaringan yang berupa titik-titik pada peta kendali.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian *action research* Penelitian ini melakukan pembuktian secara empiris tentang optimalitas penerapan peta kendali jaringan syaraf pada data simulasi berdistribusi non-normal (eksponensial) untuk mendeteksi adanya pergeseran proses. Simulasi data dibangkitkan dari distribusi eksponensial dengan 9 nilai parameter yang berbeda, yang terdiri dari 4500 sampel dengan lima sub grup. Uraian proses data simulasi adalah dibangkitkan data dengan distribusi Exponential (δa) di mana a = 1 dan δ = ±1; ±1,2; ±1,4; ±1,6; ±1,8; ±2; ±3; ±4; ±5. Inisial data masukan pada *input node* jaringan tercantum dalam Tabel 1 dan Tabel 2.

Simbol δ pada Tabel 1 dan Tabel 2, menunjukkan jenis pergeseran rata-rata yang terjadi pada proses. Target nilai hasil 0,1 menunjukkan tidak ada pergeseran dengan δ = 1, nilai 0,2 menunjukkan pergeseran dengan δ = 1,2, nilai 0,3 sampai 0,9 menunjukkan pergeseran dengan δ = 1,4; 1,6; 1,8; 2; 3; 4; dan 5.

Nilai ARL *(Average Run Length)* digunakan sebagai indikator untuk menentukan tingkat

Tabel 1. Inisial Data Masukan Pada *Input Node*

Grup	Jumlah sampel	Distribusi Exp (aδ)	Shift δ
A	500	Exp (1)	1
B	500	Exp (1,2)	1,2
C	500	Exp (1,4)	1,4
D	500	Exp (1,6)	1,6
E	500	Exp (1,8)	1,8
F	500	Exp (2)	2
G	500	Exp (3)	3
H	500	Exp (4)	4
I	500	Exp (5)	5

Tabel 2. Target Nilai Hasil

Grup	Target Nilai Hasil	Interpretasi
A	0,1	δ = 1 (tidak ada pergeseran)
B	0,2	δ = 1,2 (ada pergeseran)
C	0,3	δ = 1,4 (ada pergeseran)
D	0,4	δ = 1,6 (ada pergeseran)
E	0,5	δ = 1,8 (ada pergeseran)
F	0,6	δ = 2 (ada pergeseran)
G	0,7	δ = 3 (ada pergeseran)
H	0,8	δ = 4 (ada pergeseran)
I	0,9	δ = 5 (ada pergeseran)

efektivitas peta kendali dalam mendeteksi pergeseran proses. Nilai ARL dihitung berdasarkan persentase nilai target yang keluar dari batas kendali.

HASIL PENELITIAN

Pemilihan inisial data masukan pada jaringan, sangat menentukan nilai informasi yang akan didapatkan dari peta kendali dengan pendekatan jaringan syaraf ini. Penentuan inisial data masukan, berdasarkan penelitian yang dilakukan pada saat pengambilan sampel data. Penentuan jumlah node dalam jaringan yang terdiri dari node pada *input layer*, *hidden layer* dan *output layer* yang optimal, juga sangat menentukan nilai informasi yang akan didapatkan pada hasil akhirnya (peta kendali). Jaringan dengan jumlah data sampel dan inisial data masukan yang tercantum pada tabel 1 dan 2 mempunyai 5 *input node* dan 1 *output node*, sedangkan jumlah *hidden node* ditentukan berdasarkan nilai SSE yang minimum. Karena jaringan yang optimal ditentukan oleh nilai SSE yang minimum. Tabel 3 menunjukkan nilai SSE dan MSE dari beberapa jaringan syaraf yang dihasilkan.

Tabel 3 menunjukkan bahwa jaringan syaraf dengan SSE minimum adalah jaringan 5–20–1. Jaringan syaraf tersebut dipilih karena pada α = 0,01 terjadi penurunan nilai SSE memberikan pengaruh yang signifikan. Dengan jaringan ini akan ditentukan nilai *cut off* yang digunakan sebagai batas kendali pada peta kendali. Persentase nilai hasil yang berada di sekitar target nilai hasilnya tercantum dalam Tabel 4. Nilai hasil akan selalu berada di sekitar target nilai hasilnya. Misalnya pada pergeseran δ = 1, persentase nilai hasil yang kurang dari 0,5 relatif sangat kecil. Karena nilai *cut off* ditentukan berdasarkan persentase nilai hasil terhadap target nilai hasilnya, maka nilai 0,5 merupakan nilai

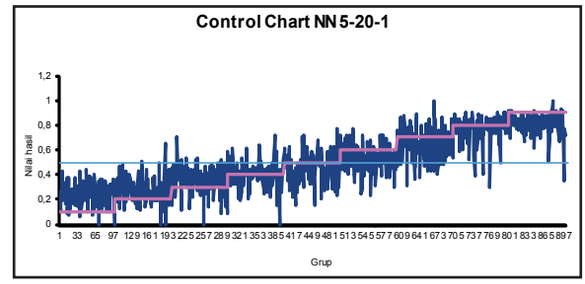
Tabel 3. Nilai SSE dan MSE dari Training Jaringan Syaraf

Jaringan	SSE	Residual SE	MSE	Statistik F	F Hitung
5–1–1	26,16424	0,171262	0,029332		
5–2–1	26,0478	0,1715492	0,029433	0,99657	1,1691
5–3–1	25,12583	0,169166	0,028617	1,02499	1,1695
5–4–1	25,0018	0,1694246	0,028705	1,02184	1,1699
5–5–1	24,43345	0,168165	0,028279	1,03724	1,1703
5–6–1	23,90607	0,1670181	0,027895	1,05151	1,1707
5–7–1	22,61835	0,1631252	0,02661	1,10229	1,1711
5–8–1	21,87859	0,1611001	0,025953	1,130197	1,1715
5–9–1	21,49811	0,1603268	0,025715	1,140366	1,1720
5–10–1	22,05103	0,1630937	0,026599	1,10275	1,1724
5–15–1	20,12283	0,1591968	0,025344	1,15735	1,1747
5–20-1	**16,07851**	**0,1455466**	**0,021184**	**1,38463**	**1,1771**
5–25–1	14,21878	0,1401396	0,019721	1,48735	1,1798
5–30–1	12,99123	0,1373142	0,018855	1,55566	1,1827
5–35–1	12,26851	0,1369642	0,018759	1,56362	1,1859
5–40–1	9,845804	0,1261186	0,015906	1,84408	1,1895
5–45–1	8,682155	0,1219291	0,014867	1,97296	1,1934

cut off pada jaringan 5–20–1. Nilai hasil yang berada diatas nilai *cut off* merupakan nilai hasil yang berada di luar kendali. Semakin nilai hasil mendekati nilai 0, menunjukkan proses berada di dalam kendali atau pergeseran proses yang terjadi semakin kecil. Semakin nilai hasil mendekati nilai 1, menunjukkan pergeseran proses yang terjadi semakin besar atau proses dalam keadaan di luar kendali.

Peta kendali dengan jaringan 5-20-1 dan dengan nilai *cut off* 0,50 ditunjukkan dalam Gambar 2. Peta kendali dengan pendekatan jaringan syaraf ini tidak dapat dibandingkan dengan peta kendali Shewhart, karena sampel data dibangkitkan dari distribusi non-normal. Hal ini merupakan salah satu kelemahan dari peta kendali Shewhart, sebaliknya merupakan salah satu kelebihan dari peta kendali dengan pendekatan metode jaringan syaraf.

Peta kendali yang efektif adalah peta kendali yang mempunyai nilai ARL yang minimum. Semakin kecil nilai ARL, maka semakin cepat peta kendali tersebut mendeteksi adanya pergeseran proses. Nilai-nilai ARL dengan berbagai macam besar pergeseran proses ditunjukkan pada Tabel 5. Nilai ARL yang sama diberikan untuk proses yang tidak mengalami pergeseran. Nilai ARL 100 diberikan dengan maksud agar pembandingan pergeseran proses menjadi lebih terlihat.



Gambar 2. Peta Kendali dengan Jaringan 5–20–1

Tabel 4. Persentase Nilai Hasil pada Nilai Targetnya

Interval hasil	**δ = 1 vs target = 0,1**	**δ = 1,2 vs target = 0,2**	**δ = 1,4 vs target = 0,3**	**δ= 1,6 vs target = 0,4**	**δ = 1,8 vs target = 0,5**	**δ = 2 vs target = 0,6**	**δ = 3 vs target = 0,7**	**δ = 4 vs target = 0,8**	**δ = 5 vs target = 0,9**
0,00–0,05	7,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0,05–0,10	23,00%	1,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0,10–0,15	24,00%	11,00%	2,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0,15–0,20	21,00%	16,00%	8,00%	1,00%	1,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0,20–0,25	8,00%	27,00%	8,00%	2,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0,25–0,30	7,00%	14,00%	17,00%	8,00%	0,00%	1,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0,30–0,35	2,00%	11,00%	34,00%	12,00%	6,00%	3,00%	0,00%	1,00%	0,00%
0,35–0,40	3,00%	10,00%	9,00%	25,00%	7,00%	1,00%	1,00%	1,00%	0,00%
0,40–0,45	1,00%	1,00%	7,00%	29,00%	12,00%	8,00%	1,00%	0,00%	0,00%
0,45–0,50	1,00%	3,00%	9,00%	12,00%	32,00%	8,00%	2,00%	0,00%	0,00%
0,50–0,55	**0,00%**	**0,00%**	**2,00%**	**5,00%**	**21,00%**	**14,00%**	**5,00%**	**1,00%**	**0,00%**
0,55–0,60	0,00%	1,00%	2,00%	5,00%	10,00%	27,00%	12,00%	0,00%	1,00%
0,60–0,65	0,00%	0,00%	0,00%	1,00%	5,00%	20,00%	8,00%	5,00%	1,00%
0,65–0,70	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,00%	6,00%	31,00%	8,00%	5,00%
0,70–0,75	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,00%	5,00%	22,00%	10,00%	6,00%
0,75–0,80	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,00%	2,00%	7,00%	31,00%	7,00%
0,80–0,85	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	7,00%	21,00%	15,00%
0,85–0,90	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,00%	13,00%	38,00%
0,90–0,95	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	7,00%	19,00%
0,95–1,00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,00%	2,00%	4,00%

Tabel 5. ARL Peta Kendali Jaringan Syaraf 5–20–1

δ	**ARL JS**
1	100
1,2	50
1,4	1
1,6	1
1,8	1
2	1
3	1
4	1
5	1

Tabel 5 menunjukkan bahwa dengan pergeseran sebesar 0,1 membutuhkan 1 pengamatan untuk mendeteksi adanya pergeseran proses. Nilai ini cukup kecil, sehingga menunjukkan peta kendali dengan pendekatan jaringan syaraf cukup efektif untuk mendeteksi pergeseran proses pada data berdistribusi non-normal.

PEMBAHASAN

Peta kendali merupakan salah satu metode untuk mengukur stabilitas proses. Montgomery (1998) berpendapat bahwa salah satu alat yang penting dan sering digunakan dalam pengendalian proses secara statistik adalah peta kendali yang digunakan untuk menentukan apakah proses dalam keadaan terkendali atau tidak. Proses dapat berada dalam kondisi tidak terkendali walaupun kontrol terhadap proses produksi dilakukan setiap waktu. Peta kendali yang umu dipakai adalah peta kendali Sheward. Peta kendali Sheward mensyaratkan distribusi normal pada datanya. Permasalahan yang sering terjadi adalah data pengamatan tidak berdistribusi normal. Untuk kondisi seperti ini, maka peta kendali dengan pendekatan jaringan syaraf dapat diterapkan untuk menganalisis pergeseran proses pada data dengan distribusi non-normal. Karena pendekatan jaringan syaraf tidak mensyaratkan adanya asumsi distribusi. Pendekatan jaringan syaraf menggunakan logika mentransfer nilai input dengan menggunakan fungsi aktifasi untuk menjadi nilai output. Hasil iterasi transfer nilai input menjadi nilai output ini akan mencapai model optimal jika nilai eror yang dihasilkan minimum sesuai dengan yang diharapkan peneliti. Fungsi aktifasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah fungsi *logistic sigmoid* sebagai berikut:

$$y = \frac{1}{1+\exp(-n)} = \frac{1}{1+\exp-(\underline{w}^T x+\alpha)}$$

Sedangkan metode minimalisasi eror yang digunakan adalah metode *Quasi-Newton* (Ripley, 1996 dan Bishop, 1995). Metode *Quasi-newton* adalah metode optimasi orde kedua (matrik *Hessian*) atau penurunan kedua dari fungsi eror *E*. Nilai eror minimum didapatkan dengan menggunakan *local quadratic approcximation* untuk memperoleh *local minimum*. Matrik Hessian merupakan turunan kedua dari fungsi eror yang dapat dituliskan sebagai.

$$\frac{\partial^2 E}{\partial w_i \partial w_j}$$

Bentuk persamaan turunan dari matrik Hessian ini, digunakan dalam jaringan sebagai pengontrol algoritma optimasi non-linier dalam training jaringan syaraf yang didasarkan pada orde kedua *eror surface*. Kelebihan dari pendekatan quasi-newton adalah garis batasnya tidak perlu dibentuk dengan menggunakan akurasi yang tinggi karena metode ini tidak memerlukan bentuk faktor kritis (*critical factor*) dalam algoritmanya. Kekurangan dari metode quasi-newton adalah jika metode ini diterapkan pada jaringan yang mempunyai banyak perantara bobot, langkah-langkah yang dilakukan akan memerlukan proses yang panjang, sehingga kurang efisien dalam hal waktu (Bishop, 1995).

Dalam penelitian ini, digunakan pendekatan distribusi F untuk menentukan tingkat optimal iterasi sehingga menghasilkan eror minimum. Tingkat optimal eror minimum ini digunakan untuk menentukan jumlah *node* dalam *hidden layer*. Semakin tinggi jumlah node dalam *hidden layer* menunjukkan nilai eror yang semakin kecil. Namun semakin tinggi jumlah *node* dalam *hidden layer*, menyebabkan kecepatan proses looping semakin melemah. Kecepatan iterasi yang lemah menunjukkan ketidakefektifan terbentuknya model. Sehingga perlu ditentukan jumlah *node* optimal.

Penelitian ini menggunakan jaringan syaraf dengan *hidden layer* tunggal. Hal ini dimaksudkan untuk efektivitas proses analisa karena hanya dengan menggunakan *hidden layer* tunggal pergeseran proses yang relatif kecil sudah dapat terlihat. Namun dengan hidden layer lebih dari satu, nilai eror dapat semakin minimum Hal ini seperti ditunjukkan dalam penelitian Chang dan Aw (1998) yang menggunakan dobble hidden layer untuk jaringannya. Chang dan Aw menggunakan pendekatan fuzzy untuk menentukan jumlah hidden layer dan jumlah node dalam hidden layer.

Run length adalah jumlah titik yang digambarkan sampai sebuah signal diberikan oleh adanya sebuah titik yang jatuh di luar batas kontrol/kendali. Sedangkan *ARL* (*Average Run Length*) adalah rata-rata dari *run length*. Tujuan utama dari suatu proses kontrol adalah pertama, untuk mendeteksi pergeseran sedini mungkin, hal ini dapat dideteksi dari *out-of-control ARL* yang kecil. Kedua, untuk menjaga proses tetap berjalan di dalam kontrol/kendali, hal ini dapat dideteksi dari *in-control ARL* yang besar (Amitava, 1993).

Out-of-control Average Run Length (ARL) dapat digambarkan

$$ARL = \frac{1}{1-\beta}$$

di mana:

β = P (tidak menolak Ho | Ho salah)

$= P(BPB \leq \bar{x} \leq BPA \mid \mu = \mu_1 = \mu_o + \delta\sigma)$

Sedangkan, *in-control Average Run Length* (ARL) digambarkan

$$ARL = \frac{1}{\beta}$$

Dalam penelitian ini, nilai ARL untuk peta kendali dengan pendekatan jaringan syaraf ditentukan berdasarkan proporsi (persentase) nilai hasil pada saat proses dalam keadaan terkendali.

Nilai ARL pada peta kendali dengan pendekatan jaringan syaraf menunjukkan nilai yang cukup kecil. Hal ini menunjukkan peta kendali jaringan syaraf dapat mendeteksi secara cepat adanya pergeseran proses.

SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Peta kendali dengan pendekatan jaringan syaraf dapat diterapkan untuk mendeteksi pergeseran proses pada data pengamatan yang tidak berdistribusi normal. Peta kendali dengan pendekatan jaringan syaraf memerlukan ketepatan dan kecermatan penentuan inisialisasi data masukan pada *node input layer*. Kesalahan dalam penentuan inisialisasi data masukan dapat menyebabkan biasnya informasi yang didapatkan pada peta kendali. Penentuan inisialisasi data masukan dapat ditelusuri dari proses pengambilan sampel data pengamatan. Peta kendali dengan pendekatan jaringan syaraf mempunyai kecepatan proses yang lambat karena proses keluarnya *output* membutuhkan iterasi.

Saran

Pada penelitian berikutnya disarankan untuk melakukan penelitian dengan metode jaringan syaraf *multi layer* dan juga disarankan untuk melakukan penelitian penentuan nilai ARL pada peta kendali dengan pendekatan jaringan syaraf.

DAFTAR PUSTAKA

Amitava, M. 1993. *Fundamental of Quality Control and Improvement*. Macmillan Publishing Company. New York.

Bishop, C.M. 1995. *Neural Network for Pattern Recognition*. Clarendon Press. London.

Chang, S.I, Aw, C.A. 1999. A Neural Fuzzy Control Chart for Detecting and Classifying Process Mean Shift, *Journal of Production Research*, Volume 34, No. 8: 2265–2278, Taylor and Francis Ltd.

Dedeakayogulari, Burnak N. 1999. The Determination of Mean and/or Variance Shif with Artificial Neural Networks, *Journal of Production Research*, Volume 37, No. 13: 3101–3114, Taylor and Francis Ltd.

Guh R.S., Tannock D.T. 1999. Recognition of Control Chart Concurrent Using a Neural Network Approach, *Journal of Production*

Research, Volume. 37, No. 17: 4007–4020, Taylor and Francis Ltd.

Ho E.S., Chang S.I. 1999. A Two Neural Network Approach for Process Variance Change Detection and Classification, *Journal of Production Research*, Volunme 37, No 7: 1581–1599, Taylor and Francis Ltd.

Ho E.S., Chang S.I. 1999. An Integrated Neural Network Approach for Simultaneous Monitoring of Process Mean and Variance Shift – a Comparative Study, Journal of Production Research, Taylor and Francis Ltd.

Montgomery, D.C. 1998. *Pengantar Pengendalian Kualitas Statistik*, diterjemahkan oleh English Language edition Published by John Wiley and Sons. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Nasich, M. 2000. Pengendalian Kualitas Produksi Coil Spring pada Proses Hot Coil di PT. Indospring Segoromadu Gresik, *Skripsi*, ITS, Surabaya.

Ripley, B.D., 1996, *Pattern Recognition and Neural Network*, Cambrige University Press.

Venable, W.N., Ripley, B.D. 1995. *Modern Applied Statistics with S-Plus*, Springer-Verlag, New York Inc.