

PENGEMBANGAN MODEL ANALISIS SENSITIVITAS PETA KENDALI \bar{x} TRIPLE SAMPLING MENGUNAKAN *UTILITY FUNCTION METHOD*

Juwairiah¹⁾, Sutrisno²⁾

¹⁾Prodi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, UPN "Veteran" Yogyakarta

²⁾Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, UPN "Veteran" Yogyakarta

Jl. Babarsari 2 Tambakbayan Yogyakarta 55281

e-mail : juwai_riah@yahoo.com¹⁾, trisno_upnvy@yahoo.co.id²⁾

Abstrak

Peta kendali yang baik harus terjaga ketelitiannya, dengan kata lain power peta kendali tidak boleh terlalu kecil, sehingga efektif dalam mendeteksi penyimpangan terhadap jalannya proses produksi. Selain itu, peta kendali juga harus efisien, jadi ukuran sampel yang digunakan tidak boleh terlalu besar, sehingga hemat dari segi biaya inspeksi terhadap sampel yang digunakan. Penelitian ini mengembangkan suatu model analisis sensitivitas yang bertujuan untuk mengetahui pada batas berapakah power dan ukuran sampel peta kendali \bar{x} TS masih efektif dalam mendeteksi penyimpangan terhadap jalannya proses produksi dan efisien dari segi biaya yang dikeluarkan untuk menginspeksi ukuran sampel yang digunakan menggunakan *Utility Function Method*. Hasil analisis sensitivitas yang dilakukan dapat digunakan sebagai pedoman dalam membangun peta kendali \bar{x} Triple Sampling (TS) yang efektif dan efisien.

Kata Kunci : Peta Kendali \bar{x} TS, Analisis Sensitivitas, *Utility Function Method*

1. PENDAHULUAN

Peta kendali adalah peragaan secara grafik dari suatu karakteristik kualitas proses yang telah diukur atau dihitung dari sejumlah sampel yang diambil dalam urutan waktu (Mountgomery, 1998). Melalui peta kendali dapat diketahui apakah jalannya suatu proses masih terkendali secara statistik atau tidak, berdasarkan karakteristik kualitas yang diteliti tersebut. Dengan peta kendali akan dapat diketahui dengan cepat jika terdapat penyimpangan terhadap jalannya proses produksi di lantai produksi melalui pemeriksaan sampel yang dilakukan secara berkala.

Pada penelitian sebelumnya (Juwairiah dan Sutrisno, 2014) sudah meneliti pengembangan model optimasi peta kendali \bar{x} Triple Sampling (TS) dengan fungsi tujuan maksimasi power peta kendali dan minimasi ukuran sampel yang diperiksa, menggunakan *utility function method*. Berdasarkan perhitungan secara numerik maka hasil *trade-off* atau solusi komprominya memperlihatkan bahwa power yang didapat sedikit lebih kecil dari pada power peta kendali \bar{x} TS dengan hanya satu fungsi tujuan yaitu memaksimalkan power, sedangkan ukuran sampel yang didapatkan sedikit lebih besar dari ukuran sampel ideal.

Peta kendali yang baik harus terjaga ketelitiannya, dengan kata lain power peta kendali tidak boleh terlalu kecil, sehingga efektif dalam mendeteksi penyimpangan terhadap jalannya proses produksi. Selain itu, peta kendali juga harus efisien, jadi ukuran sampel yang digunakan tidak boleh terlalu besar, sehingga hemat dari segi biaya inspeksi terhadap sampel yang digunakan. Padahal, berdasarkan penelitian Juwairiah dan Sutrisno (2014), power peta kendali \bar{x} TS yang dihasilkan lebih kecil dari pada power peta kendali \bar{x} TS dengan hanya satu fungsi tujuan yaitu memaksimalkan power, dan ukuran sampel yang dihasilkan lebih besar dari ukuran sampel ideal. Oleh karena itu pada penelitian ini, penulis ingin mengetahui pada batas berapakah power dan ukuran sampel peta kendali \bar{x} TS masih efektif dalam mendeteksi penyimpangan terhadap jalannya proses produksi dan efisien dari segi biaya yang dikeluarkan untuk menginspeksi ukuran sampel yang digunakan. Untuk mengetahui batas power yang efektif dan ukuran sampel yang efisien tersebut, maka pada penelitian ini penulis akan mengembangkan model analisis sensitivitas peta kendali \bar{x} TS menggunakan *Fuzzy Non Linear Programming*. Dengan model analisis sensitivitas ini akan dapat diketahui rentang power dan ukuran sampel peta kendali \bar{x} TS yang masih efektif dalam mendeteksi penyimpangan terhadap jalannya proses produksi dan efisien dari segi

biaya yang dikeluarkan untuk menginspeksi ukuran sampel yang digunakan. Hasil analisis sensitivitas yang dilakukan nantinya dapat digunakan sebagai pedoman dalam membangun peta kendali \bar{x} TS yang efektif dan efisien.

A. Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas maka masalah yang diangkat pada penelitian ini adalah bagaimana mengembangkan model analisa sensitivitas peta kendali \bar{x} TS menggunakan *Utility Function Method*

B. Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai pada penelitian ini adalah membangun model analisis sensitivitas peta kendali \bar{x} TS menggunakan *Utility Function Method*, sehingga didapatkan rentang nilai *power* dan ukuran sampel yang dapat digunakan sebagai pedoman dalam membangun peta kendali \bar{x} TS yang efektif dan efisien

C. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Peta kendali \bar{x} TS yang dibahas adalah peta kendali \bar{x} TS yang berbasis peta kendali \bar{x} *Double Sampling* (DS) baru.
2. Metode yang digunakan untuk menentukan batas *power* peta kendali yang efektif dan ukuran sampel yang efisien adalah *Utility Function Method*

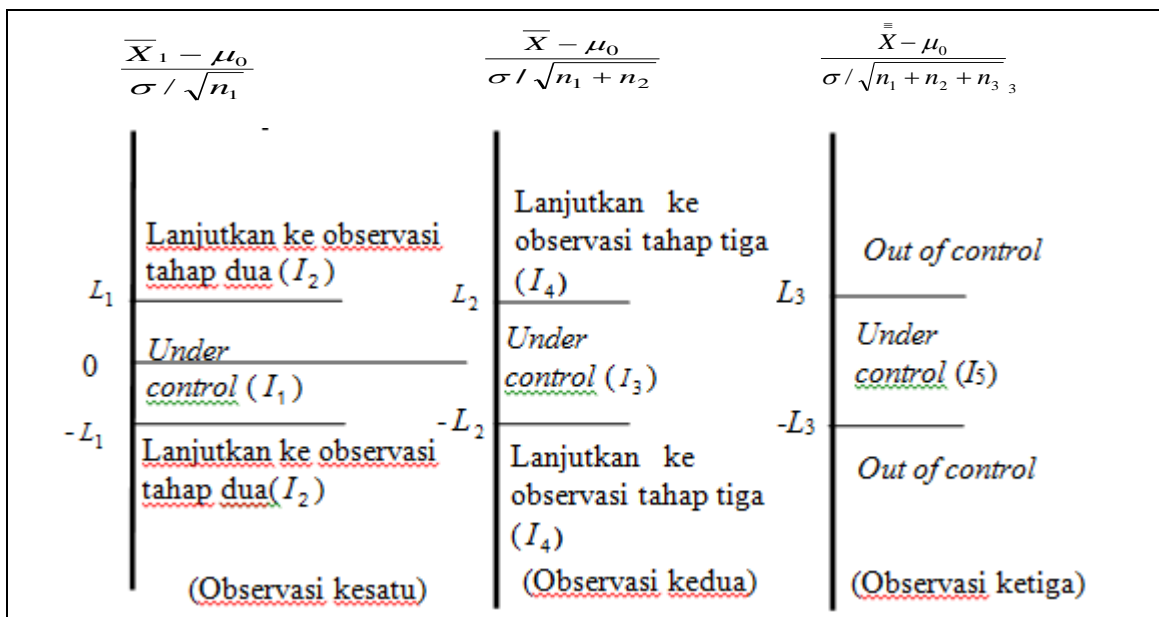
2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Peta kendali \bar{x} TS

Peta kendali ini merupakan peta kendali \bar{x} TS yang dikembangkan berdasarkan peta kendali \bar{x} DS baru. Pada peta kendali \bar{x} TS, penentuan proses dalam keadaan *out-of-control* baru dapat dilakukan pada saat dilakukan observasi tahap ketiga. Berbeda dengan peta kendali \bar{x} DS baru yang menentukan keterkendalian proses hanya sampai pada observasi tahap kedua.

B. Prosedur peta kendali \bar{x} TS

Prosedur peta kendali \bar{x} TS (Sutrisno, 2012) ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Prosedur Peta Kendali \bar{x} TS Berbasis Peta Kendali \bar{x} DS Baru

Prosedur peta kendali \bar{X} TS dapat dijelaskan sebagai berikut (Sutrisno, 2012):

- a) Ambil sampel berukuran $n_1, X_{1i}, i = 1, 2, \dots, n_1$ yang berasal dari populasi dengan nilai rata-rata μ_0 dan standar deviasi σ .
- b) Hitung rata-rata sampel $\bar{X}_1 = \sum_{i=1}^{n_1} \frac{X_{1i}}{n_1}$
- c) Jika $(\bar{X}_1 - \mu_0) / (\sigma / \sqrt{n_1})$ terletak di dalam I_1 maka proses dipertimbangkan dalam keadaan *under-control*.
- d) Jika $(\bar{X}_1 - \mu_0) / (\sigma / \sqrt{n_1})$ terletak di dalam I_2 , maka dilakukan pengambilan sampel kedua yang berukuran $n_2, X_{2i}, i = 1, 2, \dots, n_2$.
- e) Hitung rata-rata sampel $\bar{X}_2 = \sum_{i=1}^{n_2} \frac{X_{2i}}{n_2}$
- f) Hitung rata-rata sampel $\bar{X} = (n_1 \bar{X}_1 + n_2 \bar{X}_2) / (n_1 + n_2)$
- g) Jika $(\bar{X} - \mu_0) / (\sigma / \sqrt{n_1 + n_2})$ terletak di dalam I_3 , maka proses dipertimbangkan dalam keadaan *under-control*.
- h) Jika $(\bar{X} - \mu_0) / (\sigma / \sqrt{n_1 + n_2})$ terletak di dalam I_4 , maka dilakukan pengambilan sampel ketiga yang berukuran $n_3, X_{3i}, i = 1, 2, \dots, n_3$.
- i) Hitung rata-rata sampel $\bar{X}_3 = \sum_{i=1}^{n_3} \frac{X_{3i}}{n_3}$
- j) Hitung rata-rata sampel total $\bar{\bar{X}} = (n_1 \bar{X}_1 + n_2 \bar{X}_2 + n_3 \bar{X}_3) / (n_1 + n_2 + n_3)$
- k) Jika $\frac{\bar{X} - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n_1 + n_2}} < -L_2$ atau $L_2 < \frac{\bar{X} - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n_1 + n_2}}$ dan jika $\frac{\bar{\bar{X}} - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n_1 + n_2 + n_3}} < -L_3$ atau $\frac{\bar{\bar{X}} - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n_1 + n_2 + n_3}} > L_3$ maka proses dipertimbangkan dalam keadaan *out-of-control*, sebaliknya maka proses dipertimbangkan dalam keadaan *under-control*.

C. Model optimasi peta kendali \bar{X} TS dengan fungsi tujuan maksimasi *power* peta kendali.

Model optimasi peta kendali \bar{X} TS dengan fungsi tujuan maksimasi *power* peta kendali adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} & 1 - \Phi[L_1 + \delta\sqrt{n_1}] + \Phi[-L_1 + \delta\sqrt{n_1}] \\ \text{Max}_{L_1, L_2, L_3} & - \{1 - \Phi[L_1 + \delta\sqrt{n_1}] + \Phi[-L_1 + \delta\sqrt{n_1}]\} \cdot \{\Phi[L_2 + \delta\sqrt{n_1 + n_2}] - \Phi[-L_2 + \delta\sqrt{n_1 + n_2}]\} \\ & - \{1 - \Phi[L_1 + \delta\sqrt{n_1}] + \Phi[-L_1 + \delta\sqrt{n_1}]\} \cdot \{1 - \Phi[L_2 + \delta\sqrt{n_1 + n_2}] - \Phi[-L_2 + \delta\sqrt{n_1 + n_2}]\} \cdot \\ & \{\Phi[L_3 + \delta\sqrt{n_1 + n_2 + n_3}] - \Phi[-L_3 + \delta\sqrt{n_1 + n_2 + n_3}]\} \end{aligned}$$

Pembatas:

- (i) $E[\text{ukuran sampel total} \mid \mu = \mu_0] = n$, maka

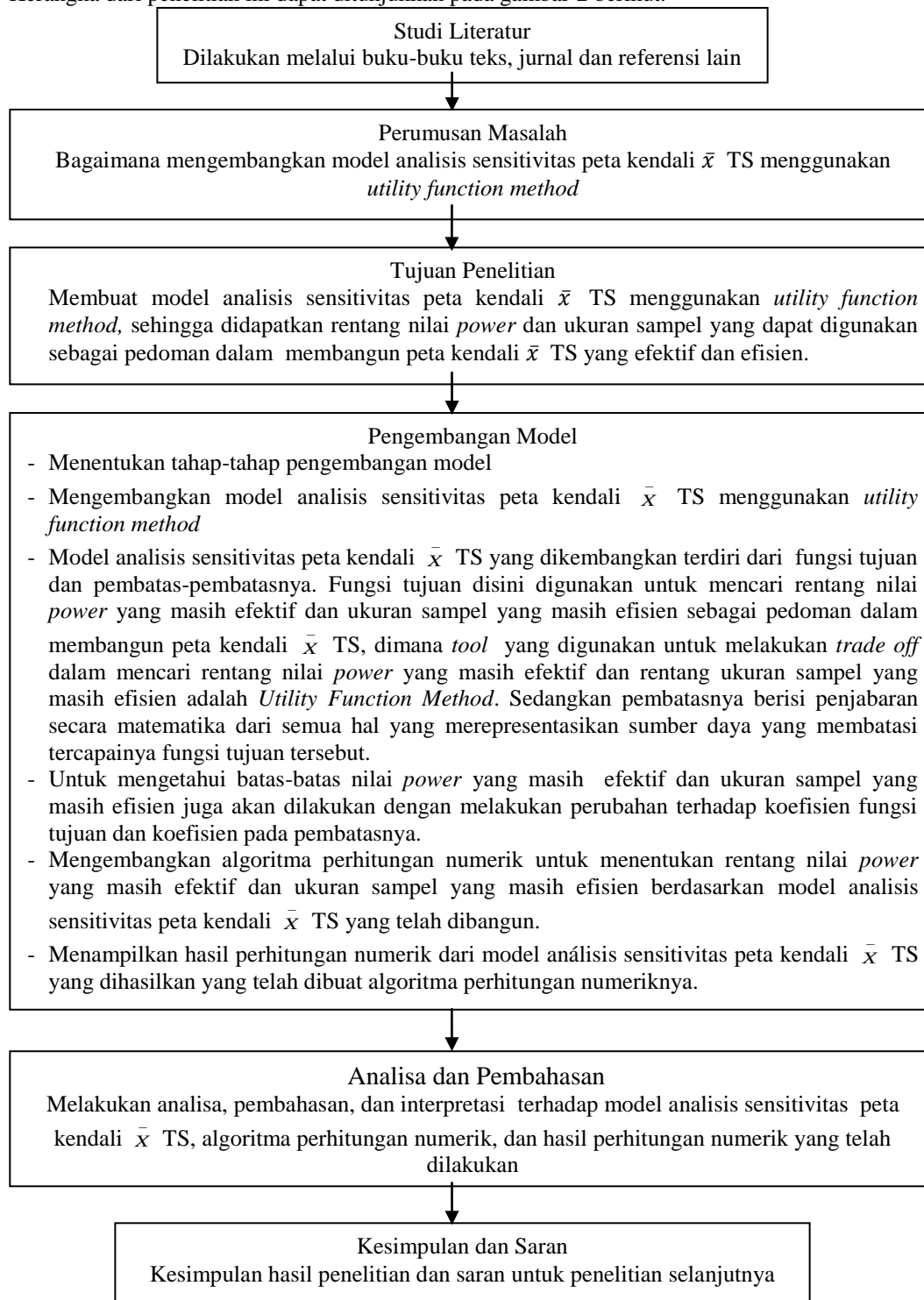
$$n_1 + n_2 + n_3 \cdot \Pr[\bar{Z} \in I_4 \mid \mu = \mu_0] = n \Leftrightarrow n_1 + n_2 + n_3 \cdot \{1 - \Phi[L_2] + \Phi[-L_2]\} = n$$

- (ii) $\Pr[\text{Out-of-Control} \mid \mu = \mu_0] = \alpha$, maka

$$\{1 - \Phi[L_1] + \Phi[-L_1]\} \cdot \{1 - \Phi[L_2] + \Phi[-L_2]\} \cdot \{1 - \Phi[L_3] + \Phi[-L_3]\} = \alpha$$

3. METODE PENELITIAN

Kerangka dari penelitian ini dapat ditunjukkan pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Kerangka Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan Model

1. Tahap pengembangan model

Pengembangan model analisis sensitivitas peta kendali \bar{X} TS dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

- Membuat model optimasi peta kendali \bar{X} TS dengan fungsi tujuan maksimasi *power* dan minimasi ukuran sampel menggunakan *Utility Function Method*.
- Melakukan analisa sensitivitas pada model optimasi peta kendali \bar{X} TS dengan fungsi tujuan maksimasi *power* dan minimasi ukuran sampel
- Membuat algoritma perhitungan numerik pada analisa sensitivitas yang dilakukan
- Menampilkan hasil perhitungan numerik yang telah dilakukan

2. Model optimasi peta kendali \bar{X} TS dengan fungsi tujuan maksimasi *power* dan minimasi ukuran sampel menggunakan *Utility Function Method*

Model optimasi dari peta kendali \bar{X} TS baru dengan fungsi tujuan maksimasi *power* dan minimasi ukuran sampel menggunakan *Utility Function Method* adalah sebagai berikut:

$$\text{Min } C_1 \alpha + C_2 \beta$$

Dengan :

$$\text{a) } \Pr [\text{Out of control} \mid \mu = \mu_0] = \alpha$$

$$\{1 - \Phi[L_1] + \Phi[-L_1]\} \cdot \{1 - \Phi[L_2] + \Phi[-L_2]\} \cdot \{1 - \Phi[L_3] + \Phi[-L_3]\} = \alpha$$

$$\text{b) } \Pr [\text{Out of control} \mid \mu = \mu_1] = \beta$$

$$\begin{aligned} & \Phi[L_1 + \delta\sqrt{n_1}] - \Phi[-L_1 + \delta\sqrt{n_1}] + \\ & \left\{1 - \Phi[L_1 + \delta\sqrt{n_1}] + \Phi[-L_1 + \delta\sqrt{n_1}]\right\} \cdot \left\{\Phi[L_2 + \delta\sqrt{n_1 + n_2}] - \Phi[-L_2 + \delta\sqrt{n_1 + n_2}]\right\} \\ & + \left\{1 - \Phi[L_1 + \delta\sqrt{n_1}] + \Phi[-L_1 + \delta\sqrt{n_1}]\right\} \cdot \left\{\Phi[L_2 + \delta\sqrt{n_1 + n_2}] - \Phi[-L_2 + \delta\sqrt{n_1 + n_2}]\right\} \\ & \left\{\Phi[L_3 + \delta\sqrt{n_1 + n_2 + n_3}] - \Phi[-L_3 + \delta\sqrt{n_1 + n_2 + n_3}]\right\} = \beta \end{aligned}$$

Pembatas

$E[\text{ukuran sampel total} \mid \mu = \mu_0] = n$, maka

$$n_1 + n_2 + n_3 \cdot \Pr[\bar{Z} \in I_4 \mid \mu = \mu_0] = n \Leftrightarrow n_1 + n_2 + n_3 \cdot \{1 - \Phi[L_2] + \Phi[-L_2]\} = n$$

3. Analisa sensitivitas pada peta kendali \bar{X} TS dengan fungsi tujuan maksimasi *power* dan minimasi ukuran sampel

Penelitian dengan tujuan minimasi biaya akibat kesalahan α dan β (ekivalen dengan gabungan antara fungsi tujuan meminimasi ukuran sampel dan maksimasi *power*) ini menggunakan parameter seperti ekspektasi ukuran sampel total n , ukuran sampel n_1 dan n_2 , pergeseran proses δ , konstanta resiko C_1 dan C_2 . Parameter tersebut dimasukkan ke dalam fungsi tujuan untuk melihat sensitivitas fungsi tersebut terhadap perubahan nilai parameter (Yuliani, 2009).

a) Ekspektasi ukuran sampel total n .

Ukuran sampel total n yang digunakan dalam penelitian ini adalah 5. Semakin besar ukuran sampel, maka pendekatan terhadap kurva normal menjadi semakin baik. Jika rata-rata sampel menghasilkan grafik yang simetris dan memiliki modus tunggal maka ukuran sampel n sebanyak 4-5 buah dianggap cukup untuk membangun kurva normal standar (Hogg dan Tanis, 2001).

b) Ukuran sampel n_1 , n_2 , dan n_3 .

Ukuran sampel n_1 dan n_2 bernilai 3 dan 2, dan ukuran sampel n_3 divariasikan dari 2 hingga 10. Ketika sampel n_2 berada di luar batas kendali saat observasi kedua, maka sampel n_3 digunakan untuk konfirmasi. Semakin besar ukuran sampel n_3 , maka semakin mudah untuk mendeteksi terjadinya pergeseran proses.

c) Pergeseran proses δ .

Peta kendali \bar{x} Shewhart memiliki kelemahan yaitu sulit mendeteksi pergeseran proses kecil. Oleh karena itu, peta kendali \bar{x} TS dirancang dengan tujuan untuk memperbaiki kelemahan peta kendali \bar{x} Shewhart. Dalam penelitian ini, pergeseran proses divariasikan dari 0.1 hingga 2

d) Konstanta resiko C_1 dan C_2 .

C_1 merupakan konstanta resiko α , yaitu resiko dimana produsen menolak *good lots*. Berbeda dengan C_1 , konstanta resiko β atau C_2 merupakan resiko dimana produsen menerima produk *reject* dan produk tersebut sampai ke tangan konsumen. C_1 dan C_2 merupakan karakteristik bisnis suatu perusahaan. Dalam penelitian ini, C_1 dan C_2 divariasikan dari 5 hingga 25. Nilai 5 mewakili resiko rendah dan 25 mewakili resiko tinggi

e) Hubungan sampel dan biaya terhadap peningkatan ekspektasi sampel total

Ekspektasi sampel total n bertambah besar menyebabkan secara keseluruhan biaya yang ditimbulkan menjadi semakin kecil dan *power* yang dihasilkan semakin besar. Penggunaan ekspektasi sampel total yang semakin besar menyebabkan kesalahan α dan kesalahan β dapat terkoreksi dengan baik sehingga hasil keputusan terhadap status proses menjadi lebih akurat.

4. Algoritma perhitungan numerik

Algoritma perhitungan numerik untuk menentukan maksimasi *power* dan minimasi ukuran sampel serta analisa sensitivitas adalah sebagai berikut.

- Tentukan nilai n_1, n_2, n_3, n , dan δ . Nilai n_1, n_2, n_3 , dan n merupakan bilangan integer.
- Masukkan nilai n_1, n_2, n_3, n pada persamaan pembatas ekspektasi jumlah sampel.
- Jika pada langkah (b) tidak diperoleh nilai L_1 , maka nilai n_2 dinaikkan. Kemudian, langkah (b) diulangi sampai diperoleh nilai L_1 .
- Tentukan nilai L_2 dan L_3 .
- Masukkan nilai $n_1, n_2, n_3, n, L_1, L_2, L_3, \delta$ pada fungsi tujuan model minimasi biaya.
- Periksa nilai biaya yang dihasilkan dari langkah (e). Bila biaya belum menunjukkan nilai minimum, maka langkah (d) diulangi hingga diperoleh biaya minimum.

5. Hasil perhitungan numerik

Perhitungan numerik yang dilakukan adalah perhitungan numerik untuk mengetahui hubungan *power*, biaya, dan ekspektasi sampel total. Contoh hasil perhitungan numerik dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1 Nilai batas kendali L_1, L_2, L_3 , biaya dan *power* terhadap peningkatan ekspektasi sampel total untuk $10\alpha+20\beta$

L1	δ	L2*	L3*	Min ($10\alpha+20\beta$)	Power
0.9674	0.1	0	0	16.4745	0.3429
	0.2	0	0	15.914	0.3710
n1 =4	0.3	0	0	15.03	0.4152
	0.4	0	0	13.8913	0.4721
n2 = 3	0.5	0	0	12.582	0.5376
	0.6	0	0	11.1921	0.6071
n3 =3	0.7	0.4509	0.4509	9.5936	0.6290
	0.8	0.6514	0.6514	7.9012	0.6907
n=5	0.9	0.8142	0.8142	6.3055	0.7540
	1	0.9665	0.9665	4.8899	0.8111
n=6	1.5	1.7128	1.7128	0.9451	0.9672
	2	2.4384	2.4384	0.1167	0.9966

L1	δ	L2*	L3*	Min ($10\alpha+20\beta$)
0.4307	0.1	0	0	13.209
	0.2	0	0	12.8503
n1 =4	0.3	0	0	12.2957
	0.4	0	0	11.6016
n2 = 3	0.5	0.1071	0.1071	10.8294
	0.6	0.5556	0.5556	9.4872
n3 = 3	0.7	0.7515	0.7515	7.9397
	0.8	0.9064	0.9064	6.4448
n=6	0.9	1.0491	1.0491	5.103
	1	1.1886	1.1886	3.955
n=6	1.5	1.8834	1.8834	0.8622
	2	2.5692	2.5692	0.1363

L1	δ	L2*	L3*	Min (10 α +20 β)	Power
1.2816	0.1	0	0	17.8211	0.2089
	0.2	0	0	17.2934	0.2353
	0.3	0	0	16.446	0.2777
	0.4	0	0	15.3251	0.3337
	0.5	0	0	13.9922	0.4004
	0.6	0.2007	0.2007	12.5062	0.4588
	0.7	0.516	0.516	10.7703	0.5221
	0.8	0.7104	0.7104	8.9765	0.5989
	0.9	0.8834	0.8834	7.257	0.6748
	1	1.0525	1.0525	5.6929	0.7446
1.5	1.9021	1.9021	1.0611	0.9527	
2	2.7323	2.7323	0.089	0.9962	

L1	δ	L2*	L3*	Min (10 α +20 β)
0.8416	0.1	0	0	15.8128
	0.2	0	0	15.2685
	0.3	0	0	14.4151
	0.4	0	0	13.3252
	0.5	0.1738	0.1738	12.074
	0.6	0.5493	0.5493	10.3897
	0.7	0.7471	0.7471	8.5792
	0.8	0.9149	0.9149	6.8468
	0.9	1.0762	1.0762	5.2942
	1	1.2374	1.2374	3.971
1.5	2.0498	2.0498	0.6099	
2	2.8474	2.8474	0.0497	

L1	δ	L2*	L3*	Min (10 α +20 β)	Power
1.6449	0.1	0	0	18.8645	0.1068
	0.2	0	0	18.4596	0.1270
	0.3	0	0	17.7915	0.1604
	0.4	0	0	16.8733	0.2063
	0.5	0.227	0.227	15.7182	0.2551
	0.6	0.5546	0.5546	14.2544	0.3162
	0.7	0.7693	0.7693	12.6104	0.3916
	0.8	0.9697	0.9697	10.8858	0.4723
	0.9	1.171	1.171	9.1609	0.5540
	1	1.3752	1.3752	7.5063	0.6331
1.5	2.4123	2.4123	1.7822	0.9117	
2	3.4352	3.4352	0.1863	0.9907	

L1	δ	L2*	L3*	Min (10 α +20 β)
1.2816	0.1	0	0	17.8211
	0.2	0	0	17.2934
	0.3	0	0	16.466
	0.4	0	0	15.3251
	0.5	0.4832	0.4832	13.8374
	0.6	0.7209	0.7209	12.0514
	0.7	0.9197	0.9197	10.1889
	0.8	1.1146	1.1146	8.3699
	0.9	1.3121	1.3121	6.6786
	1	1.5125	1.5125	5.1728
1.5	2.5273	2.5273	0.8995	
2	3.527	3.527	0.0672	

Pada tabel tersebut terlihat berapa nilai L_1 , L_2 , L_3 , n_1 , n_2 , n_3 yang dapat digunakan untuk merancang peta kendali \bar{x} TS sekaligus dengan $power$ dan biaya inspeksi sampel peta kendali \bar{x} TS. Untuk merancang peta kendali \bar{x} TS dengan $power$ 0,9966 dan biaya inspeksi sampel 0,1167 \$ maka batas-batas peta kendalinya adalah $L_1 = 0,9674$, $L_2 = 2,4384$, $L_3 = 2,4384$ dengan sampel pertama $n_1 = 4$, $n_2 = 3$, dan $n_3 = 3$.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan maka telah dapat ditentukan besarnya nilai L_1 , L_2 , L_3 , n_1 , n_2 , n_3 yang dapat digunakan untuk merancang peta kendali \bar{x} TS yang mempunyai $power$ maksimal dan ukuran sampel minimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Daudin, J.J. (1992), Double Sampling \bar{X} Charts, *Journal of Quality Technology*, 24(2), 78-87.
- Grant, E.L., Leavenworth, R.S. (1988), Pengendalian Mutu Statistik, Erlangga, Jakarta
- Irianto, D., and N. Shinozaki (1998), An Optimal Double Sampling \bar{X} Control Chart, *International Journal of Industrial Engineering – Theory, Applications and Practice*, 5(3), 226-234.
- Irianto, D. (2005), Optimizing Parameter Estimation for Double Sampling Control Chart, *ICAM*
- Juwairiah, Sutrisno, (2014), Pengembangan Model Optimasi Peta Kendali \bar{x} Triple Sampling Menggunakan *Utility Function Method* dan Aplikasinya di Lantai Produksi, Penelitian Dasar LPPM UPN "Veteran" Yogyakarta, Yogyakarta.
- Mountgomery, D.C (1998), Pengendalian Kualitas Statistik, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta

- Sutrisno. (2008), Pengembangan Prosedur dan Model Optimasi Peta Kendali \bar{X} DS Baru, *Jurnal OPSI*, Yogyakarta.
- Sutrisno. (2009), Optimasi Ukuran Sampel Pada Peta Kendali \bar{X} Double Sampling Baru, *Proceeding Seminar Nasional Teknik Industri Waluyo Jatmiko*, Surabaya.
- Sutrisno(2012), *Pengembangan Prosedur dan Model Optimasi Peta Kendali \bar{X} TS dengan Fungsi Tujuan Maksimasi Power Peta Kendali*, Penelitian Dasar LPPM UPN "Veteran" Yogyakarta, Yogyakarta.
- Yuliani, A. (2009), Perancangan Secara Ekonomis untuk Peta Kendali X DS 2 Batas Kendali, Tesis, ITB, Bandung