

# Analisis Pengendalian Kualitas Produk *Labelstock* Menggunakan Diagram Kontrol Kernel di PT. "X"

Ika Estuningtyas dan Wibawati

Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

*E-mail*: wibawati@statistika.its.ac.id

**Abstrak**—Persaingan sektor industri dihadapkan pada tantangan yang semakin berat seiring dengan kemajuan peradaban manusia baik itu produk industri penghasil barang maupun jasa. PT. "X" merupakan salah satu perusahaan industri manufaktur yang bergerak di bidang pembuatan label paper, release liner dan packaging tape serta menerima pesanan label suatu produk. Pada penelitian ini dianalisis ketebalan lem tiap 3 sisi pengukuran, kiri tengah dan kanan, serta selisih dari tiap sisi pengukuran pada produk labelstock untuk jenis kertas PVC Soft menggunakan diagram kontrol Kernel untuk mengetahui apakah dalam kondisi terkontrol atau tidak. Hal tersebut dikarenakan semakin kecil selisih pada tiap sisi pengamatan tersebut maka semakin baik kualitas ketebalan lem pada produk labelstock. Permasalahan dalam penelitian ini adalah apakah produk labelstock pada jenis kertas PVC Soft telah terkendali berdasarkan masing-masing sisi pengukuran ketebalan lem dan selisih tiap sisi. Diagram kontrol Kernel menunjukkan bahwa pada ketiga sisi pengukuran, kiri ( $X_1$ ), tengah ( $X_2$ ), kanan ( $X_3$ ), terdapat beberapa titik yang tidak terkontrol. Selisih dari ketiga sisi pengukuran, kiri dan tengah ( $X_4$ ), tengah dan kanan ( $X_5$ ), dan kanan dan kiri ( $X_6$ ) juga menunjukkan bahwa terdapat beberapa titik yang tidak terkontrol. Hal tersebut dikarenakan adanya pergantian shift dan juga pergantian roll kertas yang menyebabkan tidak terkontrol pada pengamatan tersebut dan berimbas ke pengamatan berikutnya.

**Kata Kunci**—Diagram kontrol kernel, *labelstock*, dan PVC soft.

## I. PENDAHULUAN

PERSAINGAN sektor industri dihadapkan pada tantangan yang semakin berat seiring dengan kemajuan peradaban manusia baik itu produk industri penghasil barang maupun jasa. Supaya suatu perusahaan dapat berkembang, tumbuh atau paling tidak bertahan hidup (*survive*), perusahaan tersebut harus mampu menghasilkan produk (barang/jasa) dengan kualitas lebih tinggi. Kualitas suatu produk ditentukan oleh ciri-ciri produk itu, sedangkan pengendalian kualitas adalah aktivitas keteknikan dan manajemen, yang dengan aktivitas itu di ukur ciri-ciri kualitas produk. Suatu alat yang digunakan dalam pengendalian kualitas secara statistik pada proses produksi adalah diagram kontrol (*control chart*).

PT. "X" merupakan salah satu perusahaan industri manufaktur yang bergerak di bidang pembuatan *label paper*, *release liner* dan *packaging tape* serta menerima pesanan label suatu produk. Pada tahun 1994, perusahaan mulai beroperasi dengan memasang mesin *coating* multiguna. Proses *coating* yang dilakukan pada perusahaan ini adalah mengaplikasikan lem basah yang diletakkan di *release paper* kemudian dilewatkan *dryer* agar lem kering kemudian dipertemukan dengan *item*

tertentu. Proses tersebut dilakukan pada 1 roll *labelstock* dengan 3 titik pengukuran, yaitu kanan, tengah dan kiri. Penyesuaian tebal lem diukur pada ketiga titik tersebut. Pada proses *coating* tersebut yang diutamakan untuk mengontrol kualitasnya adalah dengan mengukur ketebalan lem pada tiap sisi pengamatan dan juga selisih tiap sisi pengamatan. Hal tersebut dikarenakan semakin kecil selisih pada tiap sisi pengamatan tersebut maka semakin baik kualitas ketebalan lem pada produk *labelstock*. Pengendalian kualitas yang telah dilakukan oleh perusahaan tersebut adalah dengan menggunakan peta kendali Shewart  $\bar{X}$  — untuk mengetahui apakah produksi *labelstock* pada seluruh jenis kertas dengan spesifikasi standar perusahaan yang telah ditentukan dalam kondisi terkendali.

Penelitian menggunakan peta kendali Shewart dan individu memerlukan asumsi normalitas pada data yang digunakan, sedangkan karakteristik kualitas proses produksi tidak selalu berdistribusi normal. Alternatif lain yang dipakai untuk menyelesaikan masalah data yang tidak berdistribusi normal tersebut adalah dengan menggunakan diagram kontrol nonparametrik.

Penelitian sebelumnya [1] di PT. Cahaya Angkasa Abadi Sidoarjo mengenai pengontrolan proses produksi kabel di PT Cahaya Angkasa Abadi dengan karakteristik kualitas produksi kabel yaitu berat kabel. Penelitian tersebut menggunakan diagram kontrol berdasarkan fungsi Kernel dan Kuantil Empirik.

Pengukuran pengendalian kualitas yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan diagram kontrol nonparametrik yang tidak membutuhkan asumsi normalitas. Untuk mengontrol kualitasnya adalah dengan mengukur ketebalan lem pada tiap sisi pengamatan dan juga selisih tiap sisi pengamatan. Hal tersebut dikarenakan semakin kecil selisih pada tiap sisi pengamatan tersebut maka semakin baik kualitas ketebalan lem pada produk *labelstock*. Diagram kontrol nonparametrik yang digunakan berdasarkan fungsi kernel. Data yang dipakai adalah data karakteristik kualitas produksi *labelstock* yaitu ketebalan lem untuk jenis kertas PVC Soft. Diharapkan dari penelitian ini dapat memberikan masukan bagi perusahaan untuk lebih meningkatkan proses produksinya agar dapat menghasilkan produk yang berkualitas maksimum sehingga dapat bersaing dengan perusahaan sejenis.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif merupakan bagian statistika yang membahas tentang metode-metode untuk menyajikan data

sehingga menarik dan informatif, metode-metode yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian suatu gugus data sehingga memberikan informasi yang berguna [2].

**B. Peta Kendali Kernel**

Pengendalian kualitas secara statistika merupakan suatu metode untuk memeriksa tingkat kualitas yang diinginkan dalam suatu produk atau proses yang telah ditentukan dan dapat digunakan sebagai standart pembanding, apakah kualitas yang dihasilkan dari proses produksi dalam keadaan baik yang berarti sudah memenuhi standart yang telah ditetapkan atau belum dan akan dilakukan tindakan apabila terjadi penyimpangan dalam proses [3].

Diagram kontrol kernel merupakan diagram kontrol alternatif dengan pendekatan nonparametrik yang digunakan karena tidak membutuhkan asumsi distribusi normal. Pendekatan nonparametrik dilakukan jika asumsi distribusi data tidak diketahui. Kernel adalah kontinu, dibatasi dan simetris fungsi nyata  $K$  dengan integral sama dengan satu [4]

$$\int K(x)dx = 1, -\infty < x < \infty \tag{1}$$

Estimator kernel [5],[6] sehingga disebut estimator densitas kernel Rosenblatt-Parzen. Secara umum kernel  $K$  dengan bandwidth  $h$  didefinisikan sebagai:

$$K(x) = \frac{1}{h} K\left(\frac{x}{h}\right), -\infty < x < \infty, h > 0 \tag{2}$$

Estimator densitas kernel untuk fungsi densitas  $f(x)$  adalah

$$\hat{f}_k(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{h} k\left(\frac{x-X_i}{h}\right), -\infty < x < \infty \tag{3}$$

dimana kernel  $k$  bernilai non negatif dan  $h$  merupakan bandwidth yang bernilai positif dan kecil. Apabila  $W(x) = \int_{-\infty}^x w(y) dy$  maka fungsi distribusi yang berhubungan dengan densitas  $w$ ,

$$\hat{F}_k(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x-X_i}{h}\right), -\infty < x < \infty \tag{4}$$

Bandwidth ( $h$ ) adalah parameter pemulus (*smoothing*) yang berfungsi untuk mengontrol kemulusan dari kurva yang diestimasi. Fungsi Kernel yang digunakan dalam penelitian ini adalah fungsi Kernel Epanechnikov. Kernel Epanechnikov didefinisikan sebagai berikut.

$$k = \begin{cases} 0.75(1-x^2) & , \text{jika } |x| < 1 \\ 0 & , \text{lainnya} \end{cases} \tag{5}$$

Pemilihan yang optimal dari bandwidth  $h$  [5] adalah.

$$h = Cn^{-1/3} \tag{6}$$

$C$  adalah konstan yang bergantung pada  $\sigma$ . Nilai yang tepat untuk konstan  $C$  adalah antara  $\sigma$  dan  $2\sigma$  untuk sebagian besar distribusi. Apabila  $\sigma$  tidak diketahui, maka diestimasi dengan standar deviasi sampel,

$$S_n = \sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}_n)^2 / (n-1)} \tag{10}$$

Fungsi distribusi berdasarkan kernel Epanechnikov adalah sebagai berikut.

$$\hat{F}_k(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( 0.75 \left( 1 - \left( \frac{x-x_i}{2n^{-1/3}S_n} \right)^2 \right) \right), -\infty < x < \infty \tag{7}$$

Nilai densitas kernel Epanechnikov untuk setiap  $x_i$  yang disimbolkan dengan  $\hat{F}_k(x)$  dapat digambarkan dalam bentuk kurva yang berfungsi seperti kurva normal dalam mencari batas kontrol. Batas kontrol bawah ditentukan dengan memperoleh luasan kurva bagian kiri sebesar  $\alpha/2$ , sedangkan batas kontrol atas ditentukan dengan memperoleh luasan kurva bagian kanan sebesar  $1- \alpha/2$ . Nilai  $\hat{F}_k(x)$  tersebut yang akan dipakai untuk menentukan batas kontrol diagram kontrol Kernel, sehingga batas kendali untuk peta kendali Kernel adalah sebagai berikut.

$$BKA = \inf \left\{ x \left| \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x-X_i}{2n^{-1/3}S_n}\right) \geq 1 - \alpha/2 \right. \right\} \tag{8}$$

$$BKB = \sup \left\{ x \left| \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x-x_i}{2n^{-1/3}S_n}\right) \leq \alpha/2 \right. \right\} \tag{9}$$

**C. Pengujian Distribusi Non-normal**

Distribusi data dari variabel ketebalan lem dapat diketahui dengan melakukan pengujian *Anderson-Darling*. Pengujian *Anderson-Darling* didesain untuk mendeteksi ketidaksesuaian kelandaian kurva pada banyak distribusi. Hipotesis yang digunakan dalam pengujian *Anderson-Darling* adalah sebagai berikut.

$H_0$  : Data sesuai dengan distribusi dugaan

$H_1$  : Data tidak sesuai dengan distribusi dugaan

Statistik uji

$$A^2 = -N - \sum_{i=1}^N \frac{(2i-1)}{N} [\ln F(Y_i) + \ln(1-F(Y_{N+1-i}))] \tag{10}$$

Tolak  $H_0$  jika  $A^2_{hit} > A^2_{(db)}$  (nilai *Anderson-Darling* hitung lebih besar dari nilai kritis *Anderson-Darling*) atau  $p\text{-value} < \alpha$ .

**D. Kegiatan Produksi**

Pembuatan *labelstock* terdiri dari empat proses produksi, yaitu proses *coating*, *slitting*, *sheeting*, dan *packing*. Langkah-langkah proses produksi *labelstock* PT. "X" adalah sebagai berikut:

1. Awal proses produksi, disiapkan bahan baku yang terdiri dari *release liner*, *facestock*, dan *adhesive*. Bahan baku tersebut kemudian dilakukan proses *selanjutnya*.
2. Proses *coating*. Kertas *release* diletakkan pada proses unwind yaitu penguraian kertas *release* yang dijalankan ke proses pelapisan lem dimana lem basah diletakkan di 3 titik penyesuaian tebal lem pada *release paper* kemudian dilewatkan *dryer* agar lem kering kemudian kertas *release* dipertemukan dengan kertas PVC SOFT yang telah dilaminasi sehingga lem yang telah dikeringkan menempel pada kertas PVC SOFT. Fungsi kertas *release* adalah sebagai media pelapisan lem sehingga saat dikeringkan item tidak rusak kemudian lem dipindahkan pada kertas PVC SOFT setelah dilakukan proses laminasi. Setelah kedua kertas yang disatukan telah menjadi *labelsticker*

kemudian digulung dalam 1 roll sepanjang 2000 m dan diambil 1m untuk dilakukan inspeksi.

3. Melakukan inspeksi. Inspeksi dilakukan setelah proses *coating* selesai dijalankan dengan tujuan untuk memeriksa ketebalan lem pada produk *labelstock*, adanya cacat permukaan, dan daya rekat.
4. Proses *slitting*. Pada proses ini gulungan produk *labelstock* dilakukan pemotongan menggunakan mesing *slitting* yang dipotong sesuai pesanan yang diterima dari perusahaan.
5. Proses *sheeting*. Setelah dilakukan pemotongan sesuai dengan pesanan, maka didapatkan berupa lembaran-lembaran yang siap dikemas.
6. Proses Packing. Lembaran produk *labelstock* yang siap untuk dikirim kepada pihak pemesan kemudian dikemas dan diberi label yang menunjukkan identitas jenis kertas yang dipakai. Setelah dikemas dan diberi label produk disimpan digudang dan siap dikirim kepada pemesan.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### A. Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder yaitu data hasil penelitian yang dilakukan PT. "X" tentang ketebalan lem produksi *labelstock* pada jenis kertas PVC Soft. Data yang digunakan dalam penelitian ini pada proses *coating* periode bulan Januari 2013 dengan data sebanyak 132 data. Produk *labelstock* yang diukur adalah setiap 1 gulung dengan panjang sekitar 2000 m dan lebar sekitar 130 cm. Pengukuran ketebalan lem dilakukan dalam satuan *gram/square meter* (gsm).

#### B. Pengambilan sampel

Pengambilan sampel dilakukan dengan cara mengambil sampel perhari sebanyak 15 roll *labelstock* pada jenis kertas PVC Soft. Pengambilan sampel dilakukan pada proses *coating*, per-roll yang memiliki panjang 2000 m dan lebar 130 cm diambil sampel dengan ukuran 1 m x 130 cm. Sampel yang diambil kemudian dibagi menjadi tiga bagian sesuai dengan titik pemberian lem, yaitu kiri, tengah, dan kanan. Kemudian ditimbang untuk mengetahui berat lem dalam ukuran *gram/meter square* (gsm) pada masing-masing sisi. Pengambilan data pada PT. "X" dilakukan terus-menerus setiap shift. 1 shift sama dengan 8 jam sehingga 1 hari terdapat 3 shift. Proses produksi untuk *labelstock* pada jenis kertas PVC Soft tidak selalu mendapatkan 3 data dalam sehari dan tidak selalu memproduksi dalam setiap shift. Fokus yang diharapkan dari perusahaan adalah pada tiap pengamatan titik karakteristik kualitas dan nilai selisih antar titik karakteristik kualitas berada dalam batas kendali. Tabel 1 adalah organisasi data untuk produk *labelstock* jenis ker-tas PCV Soft di PT. "X".

#### C. Variabel Penelitian

Pengukuran variabel yang digunakan berdasarkan dari hasil analisis yang dilakukan oleh PT. "X". Variabel yang diukur untuk melihat kualitas ketebalan lem pada produk *labelstock* untuk jenis kertas PVC Soft dalam satuan *gram/square meter* (gsm) yaitu sebagai berikut ini:

1.  $X_1$  adalah ketebalan lem sisi kiri (*gram/square meter*).
2.  $X_2$  adalah ketebalan lem sisi tengah (*gram/square meter*).

Tabel 1.  
Sumber Data Produk *Labelstock* Jenis Kertas PVC Soft

Sampel (n)	Tebal Lem ( <i>gram/square meter</i> )					
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$
1	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{13}$	$X_{14}$	$X_{15}$	$X_{16}$
2	$X_{21}$	$X_{22}$	$X_{23}$	$X_{24}$	$X_{25}$	$X_{26}$
3	$X_{31}$	$X_{32}$	$X_{33}$	$X_{34}$	$X_{35}$	$X_{36}$
...	...	...	...	...	...	...
n	$X_{n1}$	$X_{n2}$	$X_{n3}$	$X_{n4}$	$X_{n5}$	$X_{n6}$

Tabel 2.  
Statistik Deskriptif Ketebalan Lem

Variabel	Mean	St. Dev	Min.	Max.	BSA	BSB
$X_1$	21.113	1.743	17	26	22	20
$X_2$	21.135	1.757	16	25	22	20
$X_3$	21.195	1.716	17	25	22	20
$X_4$	1.3008	0.937	0	4	5	0
$X_5$	1.3534	1.001	0	4	5	0
$X_6$	1.3308	1.078	0	5	5	0

3.  $X_3$  adalah ketebalan lem sisi kanan (*gram/square meter*).
4.  $X_4$  adalah nilai selisih ketebalan lem sisi kiri dengan sisi tengah yang digunakan untuk mengukur ketebalan lem (*gram/square meter*).
5.  $X_5$  adalah nilai selisih ketebalan lem sisi tengah dengan sisi kanan yang digunakan untuk mengukur ketebalan lem (*gram/square meter*).
6.  $X_6$  adalah nilai selisih ketebalan lem sisi kanan dengan sisi kiri yang digunakan untuk mengukur ketebalan lem (*gram/square meter*).

Enam variabel tersebut diteliti secara univariat karena karakteristik kualitas yang digunakan dari keenam variabel tersebut sama, yaitu ketebalan lem.

#### D. Langkah Analisis

Metode analisis yang digunakan dalam pengendalian kualitas di PT. "X" pada produk *labelstock* jenis kertas PVC Soft maka analisis yang digunakan adalah peta kendali Kernel. Untuk mengontrol kualitas produk *labelstock* jenis kertas PVC Soft menggunakan peta kendali Kernel. Langkah-langkah untuk membuat peta kendali Kernel adalah sebagai berikut:

1. Menghitung nilai mean ( $\bar{X}$ ) dan standar deviasi ( $S_n$ ) dari variabel  $X_1$  hingga  $X_6$ .
2. Menentukan nilai *bandwith* yang optimal pada masing-masing variabel.
3. Menghitung fungsi distribusi kernel Epanechnikov untuk variabel  $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5,$  dan  $X_6$ .
4. Membuat fungsi distribusi kernel Epanechnikov dalam bentuk grafik.
5. Menghitung batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB) untuk peta kendali Kernel pada setiap variabel.
6. Membuat diagram peta kendali Kernel pada masing-masing variabel.
7. Memeriksa titik yang keluar dari batas kontrol peta kendali Kernel pada masing-masing variabel  $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5,$  dan  $X_6$ .

### IV. ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

#### A. Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif berikut menunjukkan karakteristik dari produk *labelstock* pada jenis kertas PVC Soft pada variabel kualitas ketebalan lem.

Tabel 2 menunjukkan karakteristik dari keenam variabel produk *labelstock* jenis kertas PVC Soft. Berdasarkan Tabel 2 variabel kualitas ketebalan lem sisi kiri memiliki nilai *mean* sebesar 21.113, standar deviasi sebesar 1.743, minimum sebesar 17, dan maksimum sebesar 26. Sisi tengah dengan nilai *mean* sebesar 21.135, standar deviasi sebesar 1.757, minimum sebesar 16, dan maksimum sebesar 25. Sisi kanan dengan nilai *mean* sebesar 21.195, standar deviasi sebesar 1.716, minimum sebesar 17 dan maksimum sebesar 25. Nilai rata-rata  $X_4$ ,  $X_5$ , dan  $X_6$  adalah 1.3008, 1.3534, dan 1.3308. Nilai standar deviasi  $X_4$ ,  $X_5$ , dan  $X_6$  adalah 0.937, 1.001, dan 1.078. Nilai minimum untuk variabel  $X_4$ ,  $X_5$ , dan  $X_6$  adalah 0 dan nilai maksimum masing-masing sebesar 4, 4, dan 5.

**B. Pengujian Distribusi Jenis Kertas**

Pengujian distribusi normal untuk jenis kertas PVC Soft pada tiap sisi pengamatan dan selisih adalah sebagai berikut.

$H_0$  = data jenis kertas PVC Soft berdistribusi normal

$H_1$  = data jenis kertas PVC Soft tidak berdistribusi normal

$\alpha = 5 \%$

Berdasarkan lampiran diketahui bahwa *p-value* untuk jenis kertas PVC Soft pada variabel  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_4$ ,  $X_5$ , dan  $X_6$  berturut-turut kurang dari 0.005 dengan nilai  $\alpha$  sebesar 5 %, sehingga keputusan yang diambil untuk ke-6 variabel tersebut adalah tolak  $H_0$ . Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan nilai *p-value* pada jenis kertas PVC Soft pada masing-masing variabel tidak berdistribusi normal. Untuk mengetahui jenis distribusi data *labelstock* jenis kertas PVC Soft pada masing-masing variabel dengan menggunakan bantuan *software Easy Fit*. Berikut adalah jenis distribusi yang digunakan pada variabel  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_4$ ,  $X_5$ , dan  $X_6$ .

**C. Penerapan Peta Kendali Pada Tiap Sisi Pengamatan**

Analisis yang dilakukan pada sub-bab ini difokuskan pada pengamatan ketebalan lem di sisi kiri ( $X_1$ ), tengah ( $X_2$ ), dan kanan ( $X_3$ ) pada proses coating produksi *labelstock* untuk jenis kertas PVC Soft. Pada ketebalan lem pada tiap sisi memiliki nilai target sebesar 20-22 *gsm*. Nilai *bandwidth* (*h*) untuk variabel  $X_1$ ,  $X_2$ , dan  $X_3$  adalah 0.6832, 0.3198, dan 0.3198. Nilai *h* digunakan untuk mengetahui fungsi densitas Kernel pada masing-masing variabel.

Nilai-nilai fungsi densitas kernel yang ditunjukkan pada Tabel 4 dapat ditunjukkan dalam bentuk grafik.

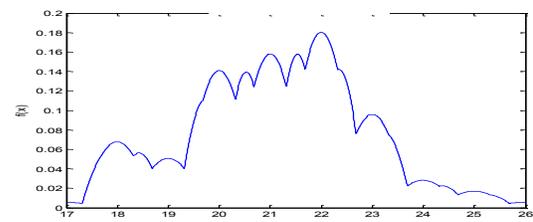
Gambar 1 merupakan grafik fungsi densitas kernel Epanechnikov yang berguna untuk menentukan batas kendali pada peta kendali Kernel yang akan digunakan dalam analisis selanjutnya. Berikut merupakan hasil analisis menggunakan peta kendali kernel guna untuk mengetahui titik pengamatan yang berada dalam batas kendali dan diluar batas kendali serta meneliti penyebab apa saja yang menyebabkan pada titik-titik tersebut tidak terkontrol.

Tabel 3.  
Distribusi Data Produk *Labelstock*

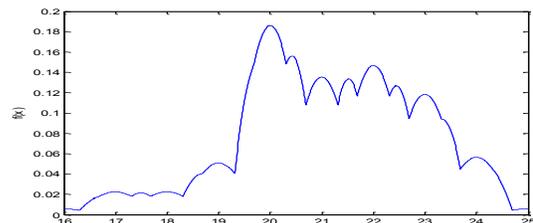
Variabel	Distribusi	Parameter
$X_1$	Dagum (4P)	$k=0.21922$ $\alpha=9.5197$ $\beta=6.1915$ $\gamma=16.704$
$X_2$	Gen Extreme Value	$k=-0.35818$ $\sigma=1.7923$ $\mu=20.587$
$X_3$	Dagum (4P)	$k=0.28474$ $\alpha=8.4462$ $\beta=6.1296$ $\gamma=16.575$
$X_4$	Johnson SB	$\gamma=2.8776$ $\delta=2.1731$ $\lambda=12.214$ $\xi=-1.3913$
$X_5$	Johnson SB	$\gamma=1.6284$ $\delta=1.581$ $\lambda=8.3424$ $\xi=-0.97704$
$X_6$	Johnson SB	$\gamma=3.163$ $\delta=1.8765$ $\lambda=14.621$ $\xi=-1.1354$

Tabel 4.  
Fungsi Densitas Kernel Epanechnikov

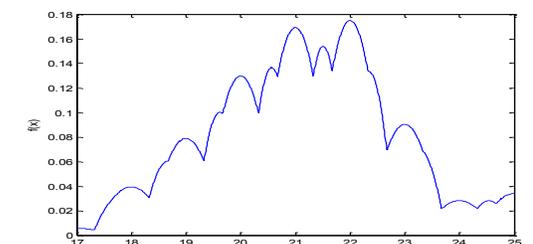
No	$X_1$		$X_2$		$X_3$	
	$x_j$	$F(x_j)$	$x_j$	$F(x_j)$	$x_j$	$F(x_j)$
1	17	0.0056	16	0.0056	17	0.0056
2	17.01	0.0056	16.01	0.0056	17.01	0.0056
3	17.02	0.0056	16.02	0.0056	17.02	0.0056
...	...	...	...	...	...	...
132	25.99	0.0056	24.99	0.0056	24.99	0.0338
133	26	0.0056	25	0.0056	25	0.0338



(a)

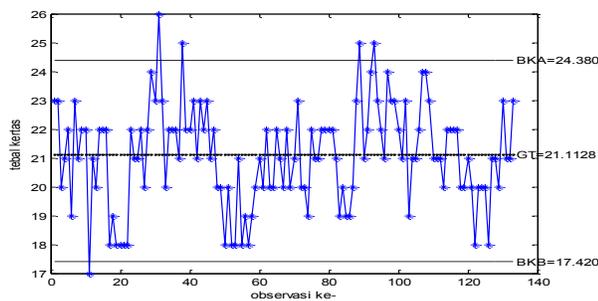


(b)

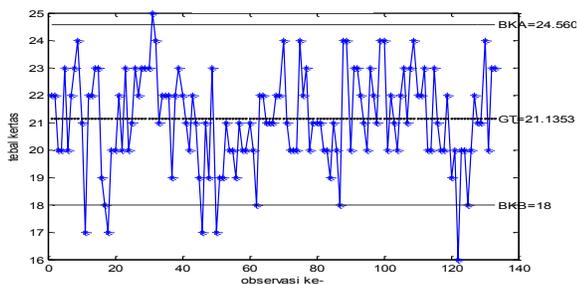


(c)

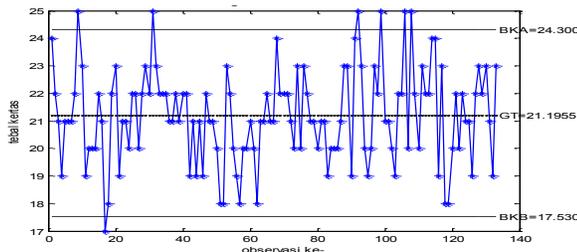
Gambar. 1. (a) Cdf Kernel Epanechnikov untuk Variabel  $X_1$ , (b) Cdf Kernel Epanechnikov untuk Variabel  $X_2$ , dan (c) Cdf Kernel Epanechnikov untuk Variabel  $X_3$ .



(a)



(b)



(c)

Gambar. 2.. (a) Peta Kendali Kernel untuk Variabel  $X_1$ , (b) Peta Kendali Kernel untuk Variabel  $X_2$ , dan (c) Peta Kendali Kernel untuk Variabel  $X_3$

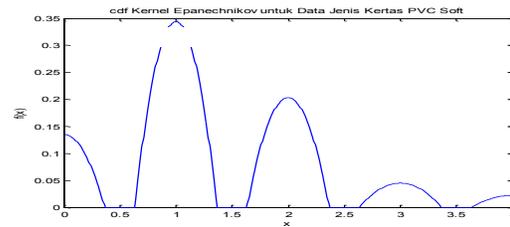
Peta kendali Kernel dapat dilihat bahwa terdapat beberapa titik pengamatan yang keluar dari batas kendali. Gambar 2 menunjukkan bahwa terdapat beberapa titik yang sama dari ketiga sisi, kiri, tengah, dan kanan, yang keluar dari batas kendali. Gambar 1a memiliki distribusi Dagum (4P), BKA sebesar 17.420 dan BKB sebesar 24.380. Gambar 1b berdistribusi Gen. Extreme Value, BKA sebesar 17.530 dan BKB sebesar 24.300. Gambar 1c berdistribusi Gen. Extreme Value, BKA sebesar 18 dan BKB sebesar 24.560. Ada beberapa titik yang memiliki persamaan *Out-of-control* yaitu pada pengamatan ke-11 dan 31. Hal tersebut disebabkan oleh adanya pergantian roll pada proses pelapisan lem, sehingga setting pada operator kurang akurat. Titik-titik lain yang tidak terkendali juga diketahui karena pergantian roll pada proses *coating* sehingga berpengaruh terhadap pengamatan berikutnya.

**D. Penerapan Peta Kendali Kernel Pada Tiap Selisih dari Sisi Pengamatan**

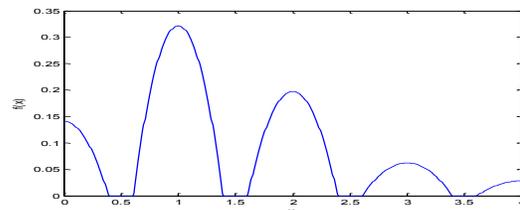
Produksi yang dilakukan oleh PT. “X” adalah menghasilkan produk *labelstock* yang khusus dianalisis pada penelitian ini. Variabel selisih sisi kiri dan tengah ( $X_4$ ), selisih sisi tengah dan kanan ( $X_5$ ), dan selisih sisi kanan dan kiri ( $X_6$ ) merupakan nilai selisih dari variabel pengukuran pada tiap roll produksi. Nilai *bandwidth* ( $h$ ) untuk variabel  $X_1$ ,  $X_2$ , dan  $X_3$  adalah 0.6832, 0.3198, dan 0,3198. Nilai  $h$  digunakan untuk mengetahui fungsi densitas Kernel pada masing-masing variabel.

Tabel 5.

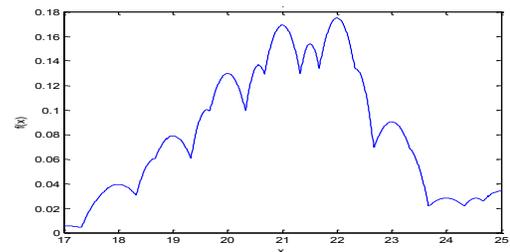
Fungsi Densitas Kernel Epanechnikov						
No	$X_1$		$X_2$		$X_3$	
	$x_j$	$F(x_j)$	$x_j$	$F(x_j)$	$x_j$	$F(x_j)$
1	0	0.1353	0	0.141	0	0.1635
2	0.01	0.1352	0.01	0.1409	0.01	0.1634
3	0.02	0.1349	0.02	0.1406	0.02	0.1632
...	...	...	...	...	...	...
132	3.99	0.0225	3.99	0.0282	4.99	0.0113
133	4	0.0226	4	0.0282	5	0.0113



(a)



(b)



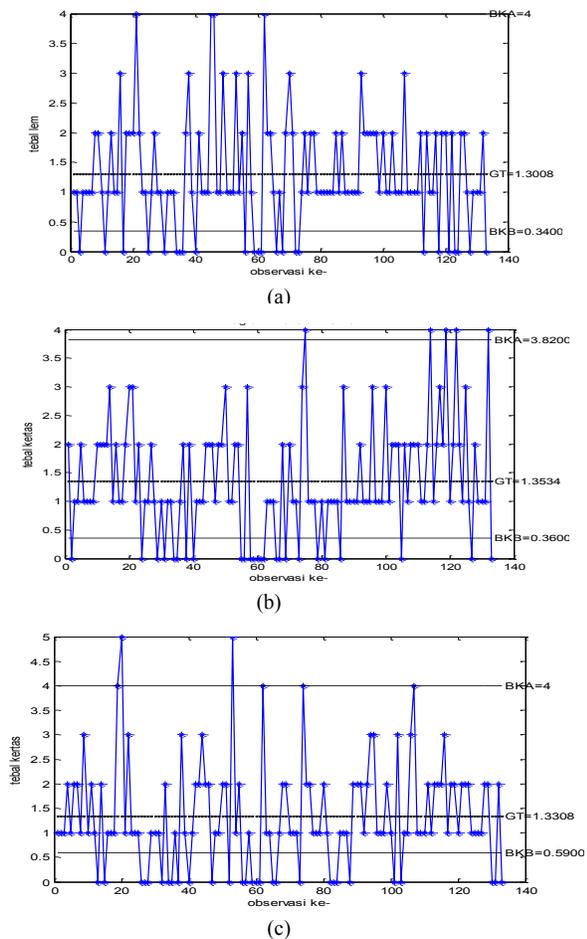
(c)

Gambar. 3. (a) Cdf Kernel Epanechnikov untuk Variabel  $X_4$ , (b) Cdf Kernel Epanechnikov untuk Variabel  $X_5$ , dan (c) Cdf Kernel Epanechnikov untuk Variabel  $X_6$

Nilai-nilai fungsi densitas kernel yang ditunjukkan pada Tabel 4 dapat ditunjukkan dalam bentuk grafik.

Gambar 2 merupakan grafik fungsi densitas kernel Epanechnikov yang berguna untuk menentukan batas kendali pada peta kendali Kernel yang akan digunakan dalam analisis selanjutnya.

Hasil perhitungan fungsi densitas Kernel untuk nilai selisih dari tiap sisi pengamatan dapat menunjukkan nilai batas kendali atas dan bawah. Nilai selisih tersebut dapat menjadi batas kendali untuk menggambarkan peta kendali Kernel pada tiap selisih dari sisi pengamatan yaitu selisih sisi kiri dan tengah ( $X_4$ ), selisih sisi tengah dan kanan ( $X_5$ ), dan selisih sisi kanan dan kiri ( $X_6$ ). Berikut adalah peta kendali Kernel untuk masing-masing variabel.



Gambar. 4. (a) Peta Kendali Kernel untuk Variabel  $X_4$ , (b) Peta Kendali Kernel untuk Variabel  $X_5$ , dan (c) Peta Kendali Kernel untuk Variabel  $X_6$

Berdasarkan hasil perhitungan nilai BKA, BKB dan garis tengah pada masing-masing peta kendali Kernel diketahui bahwa terdapat beberapa titik-titik pengamatan yang keluar dari batas kontrol. Dari 133 pengamatan terdapat beberapa titik yang keluar dari batas kontrol bawah dan atas. Dari ketiga nilai selisih tersebut tidak ada titik yang sama yang *out-of-control*. Gambar 4a memiliki distribusi Normal, BKA sebesar 0.34 dan BKB sebesar 1.3008. Gambar 4b berdistribusi Jonson SB, BKA sebesar 3.82 dan BKB sebesar 0.36. Gambar 4c berdistribusi Jonson SB, BKA sebesar 4 dan BKB sebesar 0.59. Titik-titik yang keluar dari batas kontrol tersebut diketahui karena disebabkan oleh pergantian roll yang menyebabkan setting pada tiap sisi berubah dan tidak tepat. Selain itu terdapat pergantian shift yang juga menyebabkan titik-titik tersebut tidak terkendali karena kurangnya kontrol dari operator.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut.

1. Diagram kontrol nonparametrik berdasarkan fungsi Kernel pada ketebalan lem produk *labelstock* untuk jenis kertas PVC Soft di 3 sisi pengamatan, kiri, tengah, dan kanan, menunjukkan bahwa stabilitas proses produksi *labelstock* belum tercapai. Berdasarkan ketiga titik tersebut memiliki

nilai pengamatan tidak terkendali yang sama antara satu dan lainnya. Penyebab utama dari pengamatan yang tidak terkendali adalah karena adanya pergantian roll yang menyebabkan settingnya kembali berubah dan menyebabkan berat lem atau tebal lem berlebih.

2. Berdasarkan diagram kontrol nonparametrik menggunakan fungsi Kernel pada ketebalan lem produk *labelstock* untuk jenis kertas PVC Soft di tiap selisih pengamatan antara sisi kiri, tengah, dan kanan, menunjukkan bahwa stabilitas proses produksi *labelstock* belum tercapai. Penyebab utama dari pengamatan yang tidak terkendali adalah karena adanya pergantian roll dan adanya pergantian shift yang menyebabkan settingnya kembali berubah dan menyebabkan berat lem atau tebal lem berlebih.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Septringtyas, N. (2008). Studi Tentang Diagram Kontrol Kernel dan Kuantil Empirik Serta Aplikasinya Di PT. Cahaya Angkasa Abadi Sidoarjo. Tugas Akhir Jurusan Statistika Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [2] Walpole, R.E. 1998. Pengantar Statistika. PT. Gramedia, Jakarta.
- [3] Montgomery, D.C. (2005). *Introduction to Statistical Quality Control Fifth Edition*. John Wiley & Sons, inc. New York.
- [4] Hardle, W. (1991). *Smoothing Techniques With Implementation in S*. Springer Verlaag, New York Inc.
- [5] Rosenblatt, M. (1956), "Remarks on Some Non Parametric Estimates of a Density Function", *Annals of Mathematic Statistics*.
- [6] Parzen, E.(1962). "On Estimation of a Probability Density Function", *Annals of Mathematic Statistics*.