

:: Praktikum Statistika menggunakan R ::
10. STATISTIKA PENGENDALIAN MUTU

Statistika Pengendalian Mutu

MA2181 Analisis Data / MA2081
Statistika Dasar / MA2082 Biostatistika

Kelompok Keilmuan Statistika

Laboratorium Statistika dan Komputasi Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



TUJUAN PRAKTIKUM

1

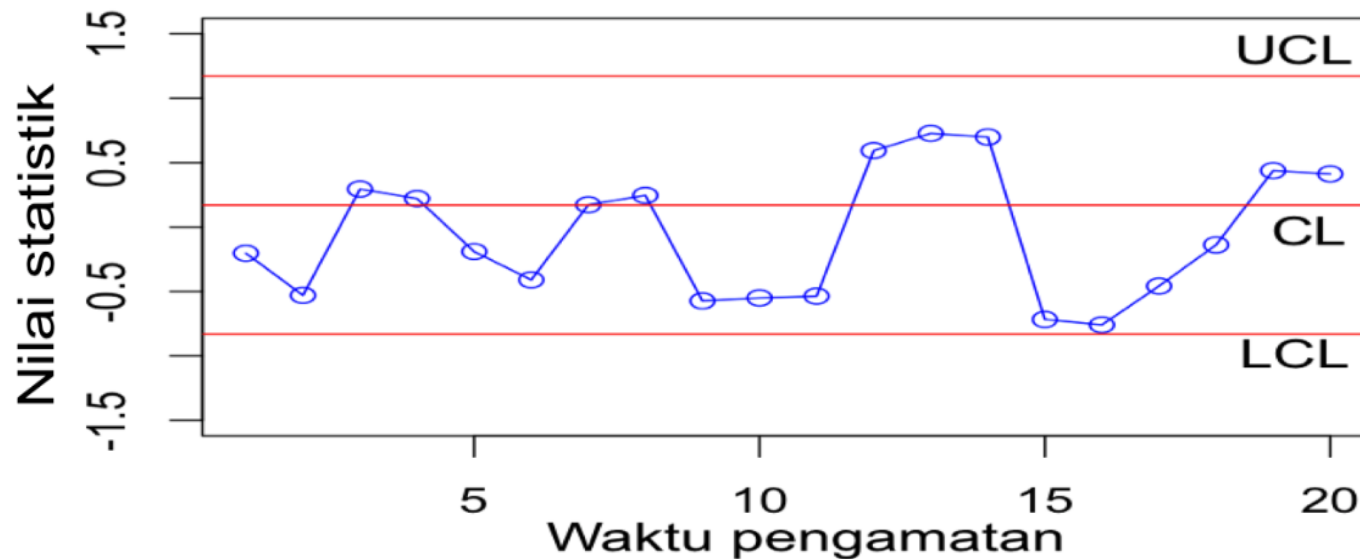
Mengetahui jenis-jenis bagan kendali dan pemanfaatannya

2

Menginterpretasi hasil perolehan bagan kendali

BAGAN KENDALI

untuk identifikasi apakah proses mengalami OOC (*Out Of Control*) atau IC (*In Control*) pada saat tertentu



Komponen Bagan Kendali

1. Waktu pengamatan (sumbu horizontal)
2. Nilai statistik (sumbu vertikal)
3. Upper Control Limit (UCL)
4. Center Line (CL)
5. Lower Control Limit (LCL)
6. Titik-titik sampel yang menggambarkan keadaan proses pada tiap pengamatan

BAGAN KENDALI

Dalam membuat suatu bagan kendali perlu :

- Dilakukan m banyaknya pengamatan
- Setiap pengamatan diambil n sampel produk

Penetapan LCL, CL, dan UCL didasarkan pada standar mutu 3-sigma, yaitu dari 10000 produk terdapat hanya 27 produk yang cacat. Secara umum dapat ditulis :

$$UCL = \mu + 3\sigma, \quad CL = \mu, \quad LCL = \mu - 3\sigma$$

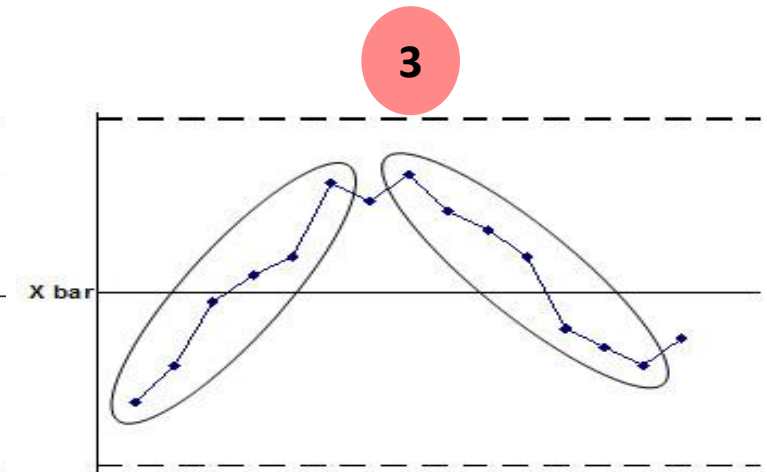
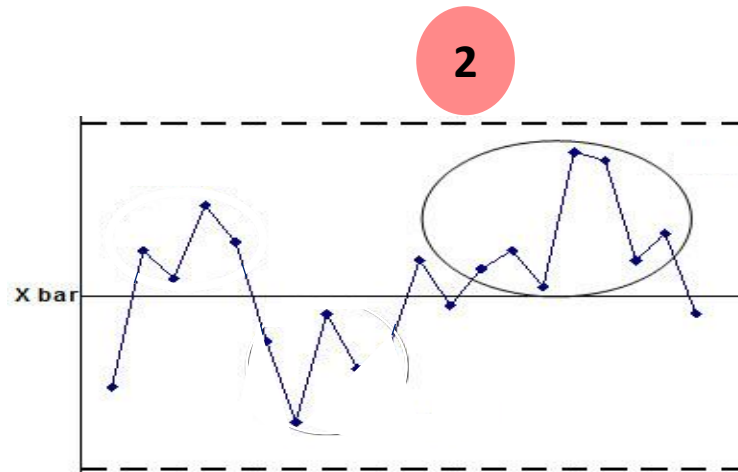
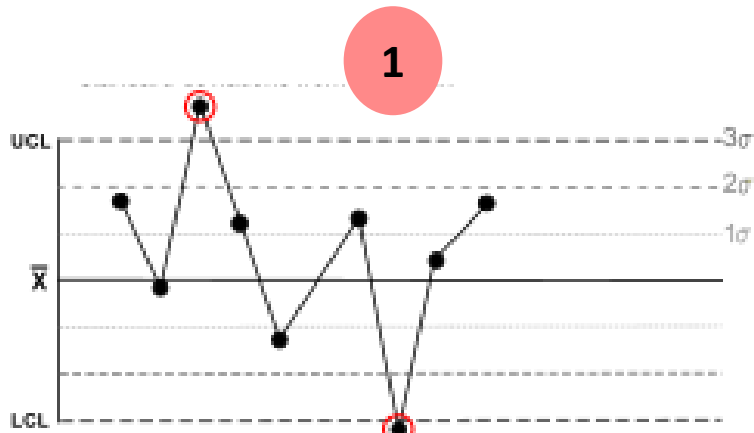
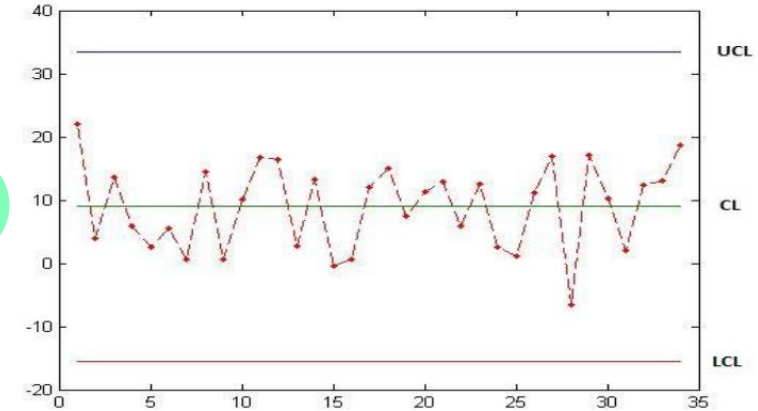
Proses Terkendali vs Tidak Terkendali

In Control (IC): semua titik berada dalam interval (LCL, UCL)

Out of Control (OOC): jika ada titik pengamatan yang

1. Berada di luar LCL dan UCL
2. Ada 7 titik berturut-turut di atas atau di bawah CL
3. Ada 6 atau 7 titik berturut-turut yang naik atau turun terus (pola *non random*)

IC



Jenis Bagan Kendali

Data variabel

Data Individual

$n = 1$

Individual (I)

Pengendalian
target

Moving Range
(MR)

Pengendalian
variabilitas

Data Subgrup

$n > 1$

Xbar (\bar{X})

Pengendalian
target

Jangkauan (R)

Pengendalian
variabilitas
 $1 < n \leq 5$

Standar
Deviasi (S)

Pengendalian
variabilitas
 $n > 5$

BAGAN KENDALI I – MR

Bagan kendali I dan MR digunakan untuk data berukuran $n = 1$, yaitu setiap pengamatan diambil 1 sampel sehingga sampel acaknya adalah x_1, x_2, \dots, x_m (data individual, I).

$$MR_i = |x_{i-1} - x_i|, \text{ dengan } i = 1, 2, \dots, m - 1$$

$$\overline{MR} = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^{m-1} MR_i \quad \text{dan} \quad \bar{X} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m x_i$$

Bagan kendali I (pengendalian target)

$$\begin{aligned} UCL &= \bar{X} + 3 \frac{\overline{MR}}{d_2} \\ CL &= \bar{X} \\ LCL &= \bar{X} - 3 \frac{\overline{MR}}{d_2} \end{aligned}$$

Bagan kendali MR (pengendalian variabilitas)

$$\begin{aligned} UCL &= D_4 \overline{MR} \\ CL &= \overline{MR} \\ LCL &= D_3 \overline{MR} \end{aligned}$$

Nilai d_2 , D_3 , dan D_4 tergantung banyak observasi dan dapat dilihat pada tabel di buku-buku referensi



BAGAN KENDALI \bar{X} - R

Misalkan peubah acak x_{ij} dengan $i = 1, 2, \dots, m$ dan $j = 1, 2, \dots, n$ dengan $1 < n \leq 5$.

Asumsi $x_{ij} \sim N(\mu, \sigma^2)$ dan saling bebas

$$\bar{x}_i = \frac{x_{i1} + x_{i2} + \dots + x_{in}}{n}, \quad \bar{\bar{X}} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \dots + \bar{x}_m}{m}$$

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^m R_i}{m}, \text{ dengan } R_i = x_{\max_i} - x_{\min_i}$$

Bagan kendali \bar{X} (pengendalian target)

$$UCL = \mu + 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \bar{\bar{X}} + 3 \frac{\bar{R}}{d_2 \sqrt{n}}$$

$$CL = \mu = \bar{\bar{X}}$$

$$LCL = \mu - 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \bar{\bar{X}} - 3 \frac{\bar{R}}{d_2 \sqrt{n}}$$

Bagan kendali R (pengendalian variabilitas)

$$UCL = D_4 \bar{R} = \left(1 + 3 \frac{d_3}{d_2} \right) \bar{R}$$

$$CL = \bar{R}$$

$$LCL = D_3 \bar{R} = \left(1 - 3 \frac{d_3}{d_2} \right) \bar{R}$$

Nilai d_2, d_3 tergantung banyak observasi dan dapat dilihat pada tabel di buku-buku referensi

BAGAN KENDALI $\bar{X} - S$

Misalkan peubah acak x_{ij} dengan $i = 1, 2, \dots, m$ dan $j = 1, 2, \dots, n$ dengan $n > 5$.

Asumsi $x_{ij} \sim N(\mu, \sigma^2)$ dan saling bebas

$$\bar{x}_i = \frac{x_{i1} + x_{i2} + \dots + x_{in}}{n}, \quad \bar{\bar{X}} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \dots + \bar{x}_m}{m}$$

$$\bar{S} = \frac{\sum_{i=1}^m S_i}{m}, \text{ dengan } S_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_i)^2}{n-1}}$$

Bagan kendali \bar{X} (pengendalian target)

$$\begin{aligned} UCL &= \mu + 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \bar{\bar{X}} + A_3 \bar{S} \\ CL &= \mu = \bar{\bar{X}} \\ LCL &= \mu - 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \bar{\bar{X}} - A_3 \bar{S} \end{aligned}$$

Bagan kendali S (pengendalian variabilitas)

$$\begin{aligned} UCL &= B_4 \bar{S} \\ CL &= \bar{S} \\ LCL &= B_3 \bar{S} \end{aligned}$$

Nilai A_3 , B_3 , dan B_4 tergantung banyak observasi dan dapat dilihat pada tabel di buku-buku referensi

CONTOH SOAL 1

Berat (gr)		
3941	2628	2473
3844	3063	3108
3505	3062	3678
3673	2990	2595
2439	2644	3298
3164	2622	2730
3614	2773	2604
2746	3146	3605
2909	2826	3832
2771	3773	2999

Dilakukan pengemasan produk pada proses produksi tepung terigu. Pengendali mutu melakukan pengamatan selama 24 jam dan pada setiap jam diambil 1 sampel produk untuk dicatat beratnya. Tunjukkan bagan kendali I dan MR untuk produk tepung terigu tersebut.

```
#Input data
library(readxl)
berat <- read_excel("DATA SPC.xlsx", sheet = "Contoh 1")
```

```
#Aktifkan package yang akan digunakan
library(qicharts2)
```

```
#Bagan Kendali I
```

```
(qi1<-qic(berat$`berat (gr)`, chart="i", point.size = 2, title="Bagan Kendali I Tepung Terigu (gram)", ylab="berat", xlab="kemasan ke-"))
```

```
#Bagan Kendali MR
```

```
(qi2<-qic(berat$`berat (gr)`, chart="mr", point.size = 2, title="Bagan Kendali MR Tepung Terigu (gram)", ylab="berat", xlab="kemasan ke-"))
```

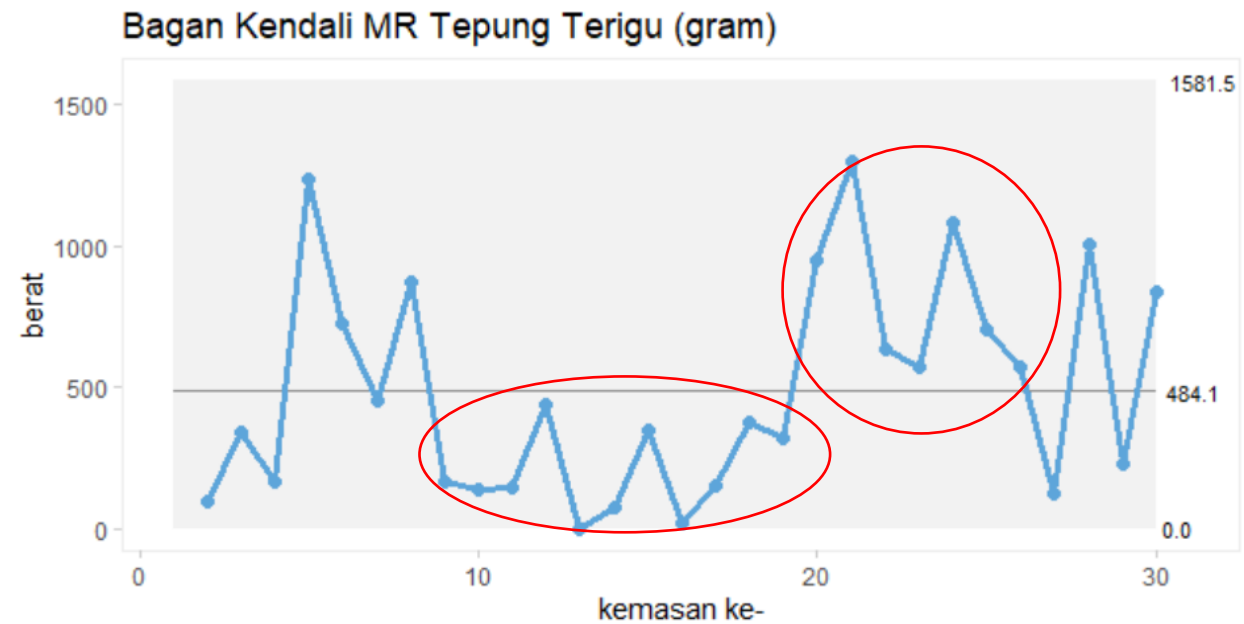
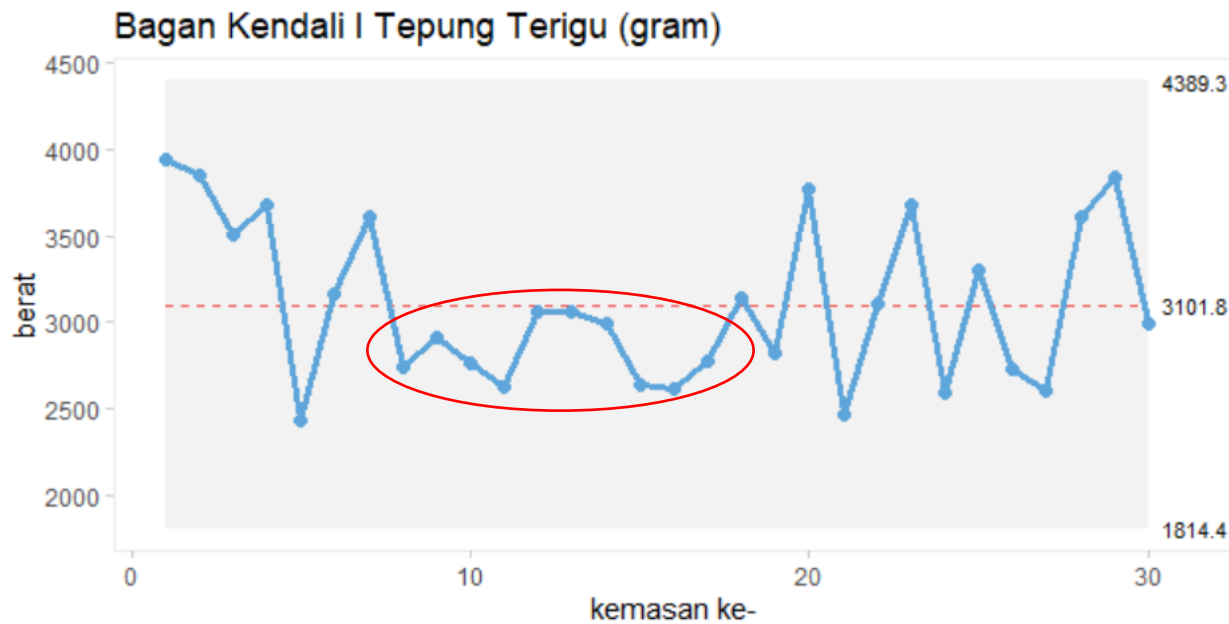
```
#Informasi dari Badan Kendali
```

```
summary(qi1)
```

```
summary(qi2)
```

```
> summary(qi1)
facet1 facet2 part n.obs n.useful longest.run longest.run.max n.crossings n.crossings.min
1      1      1    1    30      30      10          8          13          10
runs.signal aLCL      CL      aUCL sigma.signal
1          1 1814.416 3101.833 4389.251          0

> summary(qi2)
facet1 facet2 part n.obs n.useful longest.run longest.run.max n.crossings n.crossings.min
1      1      1    1    30      29      11          8          9          10
runs.signal aLCL      CL      aUCL sigma.signal
1          0    0 484.069 1581.453          0
```



Dari 30 pengamatan diperoleh bahwa tidak ada pengamatan yang berada di luar garis UCL dan LCL. Tapi ada 10 titik yang berada di bawah garis CL pada kendali I dan pada bagan kendali MR ada berturut-turut 11 dan 7 titik di bawah dan atas garis CL.

Sehingga proses ini dikatakan tidak terkendali atau **OOO (Out of Control)**.

CONTOH SOAL 2

<u>Pengamatan</u> \ <u>Sampel</u>	1	2	3	4	5
1	62.255	62.301	62.289	62.189	62.311
2	62.187	62.225	62.337	62.297	62.307
3	62.421	62.377	62.257	62.295	62.222
4	62.301	62.315	62.293	62.317	62.409
5	62.400	62.375	62.295	62.272	62.372
6	62.372	62.275	62.315	62.372	62.302
7	62.297	62.303	62.337	62.392	62.344
8	62.325	62.362	62.351	62.371	62.397
9	62.327	62.297	62.318	62.342	62.318
10	62.297	62.325	62.303	62.307	62.333
11	62.315	62.366	62.308	62.318	62.319
⋮					
24	62.388	62.308	62.315	62.392	62.303
25	62.324	62.318	62.315	62.295	62.319

Kontainer diproduksi dengan sebuah proses di mana volume kontainer adalah subjek kontrol. Pengamatan dilakukan sebanyak 25 kali dan masing-masing pengamatan diambil 5 sampel digunakan sebagai parameter pengendalian mutu. Buatlah bagan kendali \bar{X} dan R dari data di samping.

```
#Input data
library(readxl)
data <- read_excel("DATA SPC.xlsx", sheet = "Con
toh 2")
olah <- data[,2:6] #gunakan kolom berisi
variabel saja
```

```
#Aktifkan package yang akan digunakan
library(qcc)
```

```
#Bagan Kendali xbar
```

```
qq1<-qcc(olah, type="xbar", nsigmas=3, title ="Bagan Kendali Volume Kontainer (Xbar)", ylab="Mean Sampel", xlab="Pengamatan")
```

```
#Bagan Kendali R
```

```
qq2<-qcc(olah, type="R", nsigmas=3, title="Bagan Kendali Volume Kontainer (R)", ylab="Mean Sampel", xlab="Pengamatan")
```

```
> summary(qq1)
```

Call:

```
qcc(data = data, type = "xbar", nsigmas = 3, title = "Bagan Kendali xbar Volume Kontainer", ylab = "Mean Sampel", xlab = "Sampel")
```

xbar chart for data

Summary of group statistics:

Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
62.27060	62.31990	62.32710	62.32797	62.33640	62.36120

Group sample size: 5

Number of groups: 24

Center of group statistics: 62.32797

Standard deviation: 0.03663299

Control limits:

LCL	UCL
62.27882	62.37711

```
> summary(qq2)
```

Call:

```
qcc(data = data, type = "R", nsigmas = 3, title = "Bagan Kendali MR Volume Kontainer", ylab = "Range Sampel", xlab = "Sampel")
```

R chart for data

Summary of group statistics:

Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
0.02900000	0.05750000	0.07750000	0.08520833	0.09950000	0.19900000

Group sample size: 5

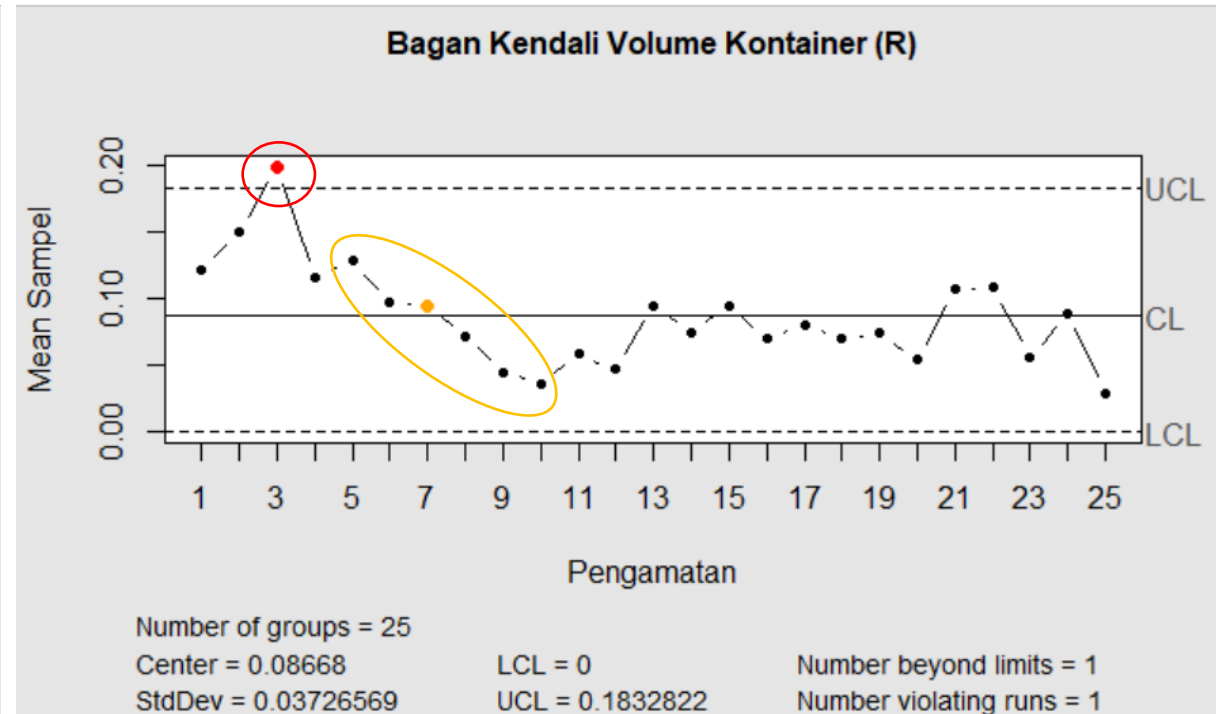
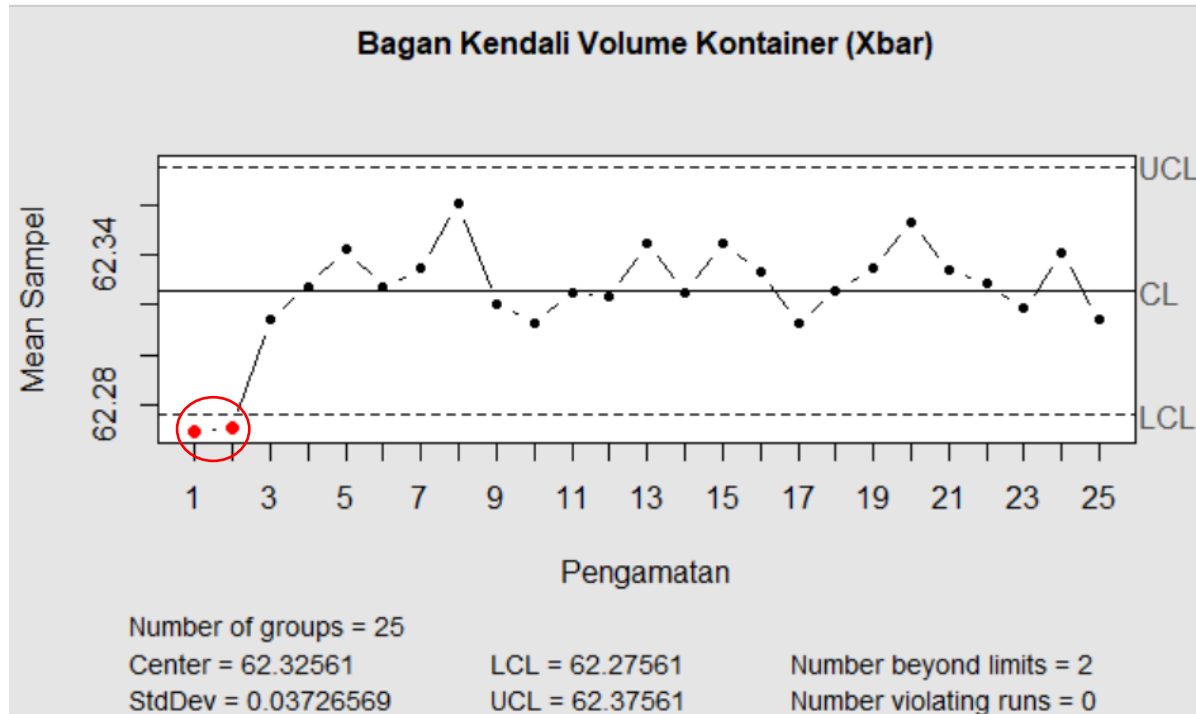
Number of groups: 24

Center of group statistics: 0.08520833

Standard deviation: 0.03663299

Control limits:

LCL	UCL
0	0.1801704



Dari 25 subgrup pengamatan dengan setiap pengamatan diambil 5 sampel diperoleh

1. Bagan kendali \bar{X} : ada 2 grup pengamatan di bawah LCL
2. Bagan kendali R : ada 1 grup pengamatan di atas UCL dan 6 titik berturut-turut menurun

Sehingga proses ini dikatakan tidak terkendali atau **OOO (Out of Control)**.

Tim Penyusun



Dr. Utriweni Mukhaiyar

Dosen KK Statistika

Kepala Laboratorium Statistika dan Komputasi Statistika



Fatia Amalia, S.Si

Asisten KK Statistika

Pengajar Semester I – 2020/2021



Dr. Udjianna S. Pasaribu

Dosen KK Statistika, MA2181 Analisis Data



Dr. Rr. Kurnia Novita Sari

Dosen KK Statistika, MA2181 Analisis Data



Dr. Sandy Vantika

Dosen KK Statistika,

MA2181 Analisis Data / MA2081 Statistika Dasar



Dr. Sapto Wahyu Indratno

Dosen KK Statistika, MA2082 Biostatistika



Yuli Sri Afrianti, S.Si., MT, MBA.

Dosen KK Statistika,

MA2181 Analisis Data / MA2081 Statistika Dasar



Dr. Utriweni Mukhaiyar

Dosen KK Statistika, MA2082 Biostatistika



Referensi

- Walpole, Ronald E., et.al. (2012): *Probability and Statistics for Engineers & Scientists, Ninth Edition*, USA: Pearson Education Inc.
- Kelompok Keahlian Statistika (2019): *Modul Praktikum Statistika Dasar, Edisi Semester I Tahun 2019/2020*, Bandung: Institut Teknologi Bandung.

Selamat Praktikum!