

## BAB IV

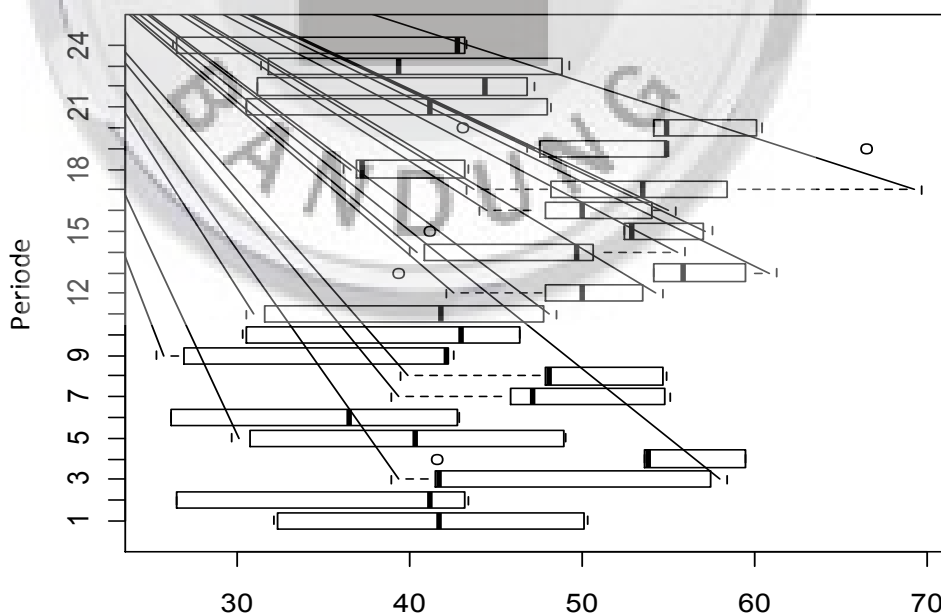
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Pendahuluan

Pada bab sebelumnya telah dipaparkan langkah-langkah untuk menganalisis data pembuatan kulit pesawat dari PT. Dirgantara Indonesia menggunakan diagram kendali MAD. Pada bab IV ini akan ditunjukkan hasil-hasil yang diperoleh melalui metoda-metoda yang digunakan. Analisis data menggunakan software R dan Microsoft Excel. Hasilnya dapat dijelaskan sebagai berikut:

#### 4.2 Eksplorasi Data Menggunakan *Boxplot*

Langkah pertama yang dilakukan dalam menentukan diagram kendali MAD adalah melakukan eksplorasi data menggunakan *boxplot* untuk melihat ada atau tidaknya pencilan. Berikut ini adalah hasil dari analisis *boxplot*.



**Gambar 4.1** *Boxplot* Pengamatan *Tensile Strength* Untuk Setiap Periode

Berdasarkan pada Gambar 4.1 terlihat pada periode ke 4, 13, 15, 19 dan 20 tidak simetris dan terdapat beberapa data yang dicurigai *outlier* atau ada pencilan,

karena terdapat nilai yang berada diluar badan *boxplot* dengan perhitungannya seperti pada subbab 2.6. Setelah melihat adanya pencilan tersebut, maka untuk langkah selanjutnya yaitu menentukan diagram kendali berdasarkan MAD. Pada diagram kendali berdasarkan MAD ini terdapat diagram kendali variabilitas berdasarkan MAD dan diagram kendali rata-rata berdasarkan MAD, yang akan dijelaskan pada pembahasan berikutnya.

### 4.3 Diagram Kendali Berdasarkan MAD

#### 4.3.1 Diagram Kendali Variabilitas Berdasarkan MAD

Karena adanya pencilan maka digunakan diagram kendali variabilitas berdasarkan MAD. Pada pembahasan sebelumnya terlihat pada Gambar 4.1 bahwa ada pencilan dalam data, maka langkah pertama untuk menghitung MAD yaitu mencari median setiap periode pengamatan. Hasil dari perhitungan median ditampilkan pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1** Hasil Median *Tensile Strenght*

Periode Sampel	<i>Tensile Strenght</i>					Median
	1	2	3	4	5	
1	50,12	50,26	32,34	32,12	41,64	41,64
2	43,33	43,11	26,46	26,48	41,17	41,17
3	58,33	57,4	41,64	41,43	38,88	41,64
4	59,47	59,39	53,56	53,84	41,51	53,84
5	48,88	48,97	30,68	29,67	40,24	40,24
6	42,78	42,69	26,08	26,16	36,41	36,41
7	54,73	55,05	47,12	45,83	38,88	47,12
8	54,66	54,82	48,1	47,79	39,39	48,1
9	42,22	42,05	26,84	25,25	42,46	42,05
10	46,35	46,36	30,31	30,52	42,96	42,96
11	47,71	48,51	30,44	31,54	41,72	41,72
12	54,67	53,46	47,88	49,93	42,06	49,93
13	59,39	61,3	54,15	55,82	39,32	55,82
14	55,89	40,78	49,68	50,56	39,95	49,68
15	57,5	57	52,82	52,36	41,18	52,82
16	54,06	55,37	47,88	49,93	44,04	49,93
17	58,37	48,16	43,24	53,51	69,61	53,51
18	43,33	43,11	36,9	37,14	36,11	37,14
19	54,84	54,88	46,76	47,5	66,47	54,84
20	60,35	60,04	54,07	54,89	43,05	54,89
21	47,95	48,18	30,5	30,49	41,08	41,08
22	46,78	47,23	31,15	31,08	44,33	44,33
23	49,26	48,76	31,76	31,32	39,34	39,34
24	43,21	43,18	26,47	26,23	42,68	42,68

Setelah menentukan median kemudian dihitung MAD dan rata-rata MAD dengan rumus pada Persamaan (2.16). MAD untuk setiap pengamatan ditampilkan pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.2** Nilai Perhitungan MAD dan Rata-rata MAD

Periode Sampel	X <sub>ij</sub> -MD <sub>j</sub>					median [ X <sub>ij</sub> -MD <sub>j</sub>  ]	MAD
	1	2	3	4	5		
1	8,48	8,62	9,3	9,52	0	8,62	12,780
2	2,16	1,94	14,71	14,69	0	2,16	3,202
3	16,69	15,76	0	0,21	2,76	2,76	4,092
4	5,63	5,55	0,28	0	12,33	5,55	8,228
5	8,64	8,73	9,56	10,57	0	8,73	12,943
6	6,37	6,28	10,33	10,25	0	6,37	9,444
7	7,61	7,93	0	1,29	8,24	7,61	11,283
8	6,56	6,72	0	0,31	8,71	6,56	9,726
9	0,17	0	15,21	16,8	0,41	0,41	0,608
10	3,39	3,4	12,65	12,44	0	3,4	5,041
11	5,99	6,79	11,28	10,18	0	6,79	10,067
12	4,74	3,53	2,05	0	7,87	3,53	5,234
13	3,57	5,48	1,67	0	16,5	3,57	5,293
14	6,21	8,9	0	0,88	9,73	6,21	9,207
15	4,68	4,18	0	0,46	11,64	4,18	6,197
16	4,13	5,44	2,05	0	5,89	4,13	6,123
17	4,86	5,35	10,27	0	16,1	5,35	7,932
18	6,19	5,97	0,24	0	1,03	1,03	1,527
19	0	0,04	8,08	7,34	11,63	7,34	10,882
20	5,46	5,15	0,82	0	11,84	5,15	7,635
21	6,87	7,1	10,58	10,59	0	7,1	10,526
22	2,45	2,9	13,18	13,25	0	2,9	4,300
23	9,92	9,42	7,58	8,02	0	8,02	11,890
24	0,53	0,5	16,21	16,45	0	0,53	0,786
						$\overline{MAD}$	7,289

Pada Tabel 4.2 terdapat nilai rata-rata MAD sebesar 7,289. Setelah menghitung rata-rata MAD langkah berikutnya adalah menghitung BKA, BKB dan GP untuk diagram kendali variabilitas berdasarkan MAD dengan menggunakan Persamaan (2.18). Untuk keperluan perhitungan nilai batas-batas kendali MAD

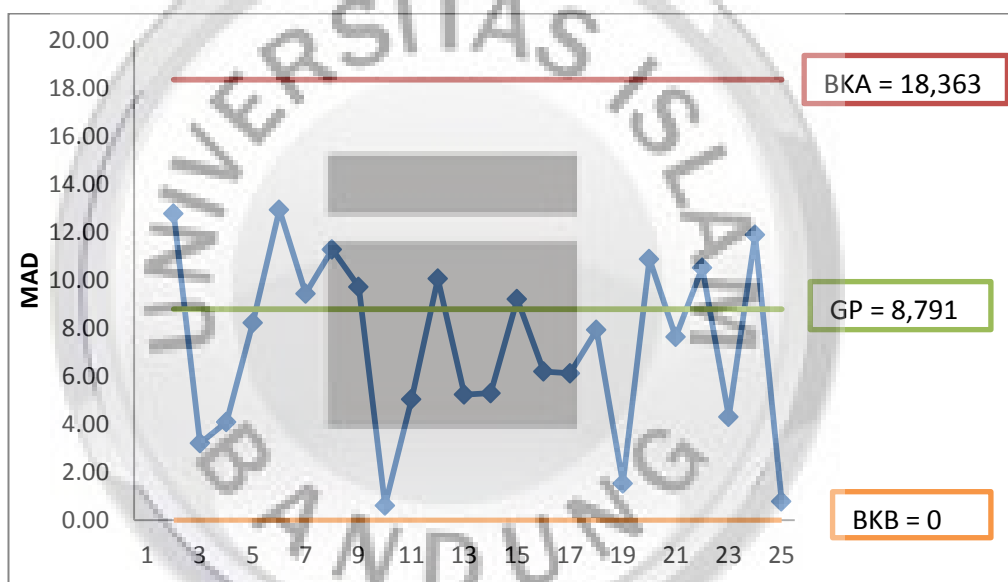
diperlukan nilai  $B_4$ ,  $B_3$  dan  $b_n$  yang dapat dilihat pada lampiran 1 dan lampiran 2.

Dari lampiran tersebut untuk  $n = 5$  adalah  $B_4 = 2,089, B_3 = 0, b_n = 1,206$ . Oleh

karena itu, batas-batas diagram kendali MAD adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} BKA &= B_4 b_n \overline{MAD} = 2,089(1,206)(7,289) = 18,363 \\ GP &= b_n \overline{MAD} = 1,206(7,289) = 8,791 \\ BKB &= B_3 b_n \overline{MAD} = 0(1,206)(7,289) = 0 \end{aligned} \quad \dots (4.1)$$

Berdasarkan BKA dan BKB selanjutnya yaitu memplot setiap periode pengamatan untuk diagram kendali MAD yang ditampilkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Diagram Kendali MAD *Tensile Strength* pada Bahan Pembuatan Kulit Pesawat

Dari hasil plot keseluruhan nilai MAD *tensile strength* pada pembuatan kulit pesawat, seluruh titik berada dalam batas kendali serta sebaran titik tidak membentuk pola-pola tertentu. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan MAD *tensile strength* proses pembuatan kulit pesawat adalah dalam kondisi terkendali, dengan garis pusat MAD 7,289 serta besarnya batas kendali atas 18,363 dan batas kendali bawah 0. Hal ini berarti bahwa variabilitas proses dari *tensile strength* adalah terkendali. Jadi

diagram kendali variabilitas berdasarkan MAD dapat digunakan untuk data masa yang akan datang.

#### 4.3.2 Diagram Kendali $\bar{x}$ Berdasarkan MAD

Setelah menentukan variabilitas proses berdasarkan MAD dan hasilnya terkendali maka langkah selanjutnya membuat diagram kendali rata-rata berdasarkan MAD. Pada diagram kendali rata-rata berdasarkan MAD untuk langkah pertama yaitu menentukan  $\bar{x}$  untuk setiap pengamatan dan  $\bar{\bar{x}}$  yang digunakan pada Persamaan (2.2) dan (2.5). Untuk hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.3.

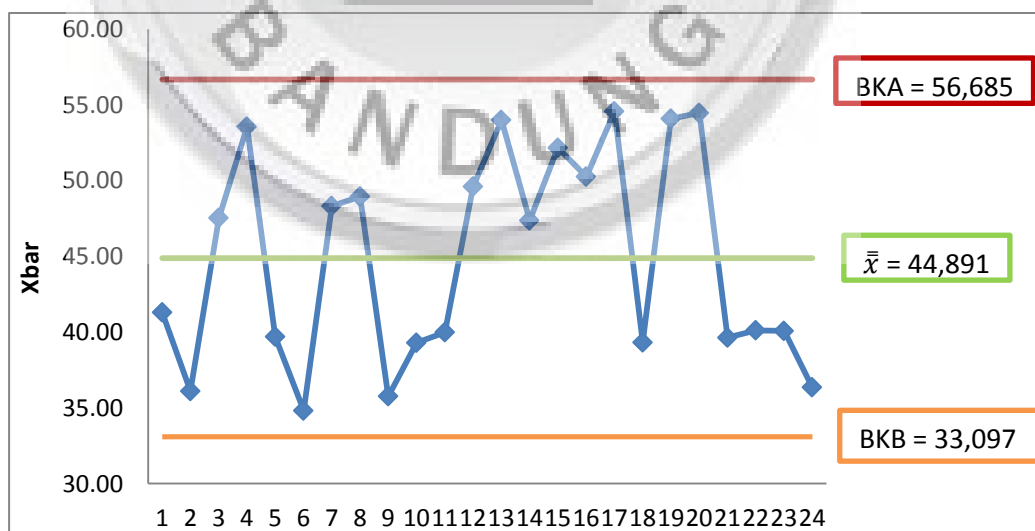
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan  $\bar{x}$  dan  $\bar{\bar{x}}$

Periode Sampel	Tensile Strenght					$\bar{x}$
	1	2	3	4	5	
1	50,12	50,26	32,34	32,12	41,64	41,296
2	43,33	43,11	26,46	26,48	41,17	36,11
3	58,33	57,4	41,64	41,43	38,88	47,536
4	59,47	59,39	53,56	53,84	41,51	53,554
5	48,88	48,97	30,68	29,67	40,24	39,688
6	42,78	42,69	26,08	26,16	36,41	34,824
7	54,73	55,05	47,12	45,83	38,88	48,322
8	54,66	54,82	48,1	47,79	39,39	48,952
9	42,22	42,05	26,84	25,25	42,46	35,764
10	46,35	46,36	30,31	30,52	42,96	39,3
11	47,71	48,51	30,44	31,54	41,72	39,984
12	54,67	53,46	47,88	49,93	42,06	49,6
13	59,39	61,3	54,15	55,82	39,32	53,996
14	55,89	40,78	49,68	50,56	39,95	47,372
15	57,5	57	52,82	52,36	41,18	52,172
16	54,06	55,37	47,88	49,93	44,04	50,256
17	58,37	48,16	43,24	53,51	69,61	54,578
18	43,33	43,11	36,9	37,14	36,11	39,318
19	54,84	54,88	46,76	47,5	66,47	54,09
20	60,35	60,04	54,07	54,89	43,05	54,48
21	47,95	48,18	30,5	30,49	41,08	39,64
22	46,78	47,23	31,15	31,08	44,33	40,114
23	49,26	48,76	31,76	31,32	39,34	40,088
24	43,21	43,18	26,47	26,23	42,68	36,354
	$\bar{\bar{x}}$					44,891

Pada Tabel 4.3 terdapat nilai  $\bar{x}$  sebesar 44,891. Setelah menghitung  $\bar{x}$  dan  $\bar{x}$  maka langkah berikutnya adalah menghitung BKA, BKB dan GP untuk diagram kendali rata-rata berdasarkan MAD dengan menggunakan Persamaan (2.20). Untuk keperluan perhitungan nilai batas-batas kendali rata-rata berdasarkan MAD diperlukan nilai  $A_6$  yang dapat dilihat pada lampiran 1. Dari lampiran tersebut untuk  $n = 5$  adalah  $A_6 = 1,618$ . Oleh karena itu, batas-batas diagram kendali rata-rata berdasarkan MAD adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 BKA &= \bar{x} + A_6 \overline{MAD} = 44,891 + 1,618(7,289) = 56,685 \\
 GP &= \bar{x} = 44,891 \\
 BKB &= \bar{x} - A_6 \overline{MAD} = 44,891 - 1,618(7,289) = 33,097
 \end{aligned}
 \quad \dots (4.2)$$

Langkah selanjutnya memplot  $\bar{x}$  dan pengamatan yang di tunjukkan pada Gambar 4.3.



**Gambar 4.3** Diagram Kendali  $\bar{x}$  berdasarkan MAD *Tensile Strenght* pada Pembuatan Kulit Pesawat

Dari hasil plot keseluruhan nilai  $\bar{x}$  berdasarkan MAD *tensile strength* pada pembuatan kulit pesawat, seluruh titik berada dalam batas kendali serta sebaran titik tidak membentuk pola-pola tertentu. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan rata-rata proses pembuatan kulit pesawat pada *tensile strength* ada dalam kondisi terkendali, dengan rata-rata 44,891 serta besarnya batas kendali atas 56,685 dan batas kendali bawah 33,097. Hal ini berarti bahwa rata-rata proses dari *tensile strength* adalah terkendali. Jadi diagram kendali rata-rata berdasarkan MAD dapat digunakan untuk data masa yang akan datang.

#### 4.4 Diagram Kendali Berdasarkan Simpangan Baku

##### 4.4.1 Diagram Kendali Variabilitas Berdasarkan Simpangan Baku

Pada diagram kendali variabilitas berdasarkan simpangan baku untuk langkah pertama yaitu menentukan simpangan baku untuk setiap pengamatan dan rata-rata simpangan baku yang digunakan pada Persamaan (2.6) dan (2.10). Untuk hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.4.

**Tabel 4.4** Hasil Perhitungan Simpangan Baku dan Rata-rata Simpangan Baku

No	<i>Tensile Strength</i>					<i>s</i>
	1	2	3	4	5	
1	50,12	50,26	32,34	32,12	41,64	8,983
2	43,33	43,11	26,46	26,48	41,17	8,840
3	58,33	57,4	41,64	41,43	38,88	9,497
4	59,47	59,39	53,56	53,84	41,51	7,318
5	48,88	48,97	30,68	29,67	40,24	9,387
6	42,78	42,69	26,08	26,16	36,41	8,355
7	54,73	55,05	47,12	45,83	38,88	6,766
8	54,66	54,82	48,1	47,79	39,39	6,335
9	42,22	42,05	26,84	25,25	42,46	8,891
10	46,35	46,36	30,31	30,52	42,96	8,229
11	47,71	48,51	30,44	31,54	41,72	8,628
12	54,67	53,46	47,88	49,93	4206	5,013
13	59,39	61,3	54,15	55,82	39,32	8,677
14	55,89	40,78	49,68	50,56	39,95	6,830
15	57,5	57	52,82	52,36	41,18	6,576

**Tabel 4.4** Hasil Perhitungan Simpangan Baku dan Rata-rata Simpangan Baku

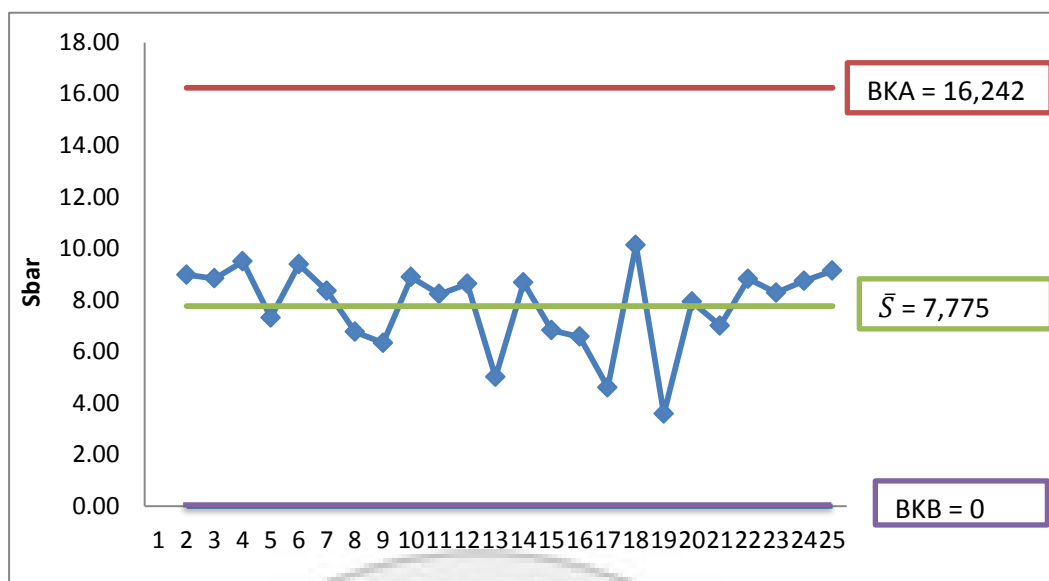
No	<i>Tensile Strenght</i>					<i>s</i>
	1	2	3	4	5	
16	54,06	55,37	47,88	49,93	44,04	4,610
17	58,37	48,16	43,24	53,51	69,61	10,139
18	43,33	43,11	36,9	37,14	36,11	3,583
19	54,84	54,88	46,76	47,5	66,47	7,931
20	60,35	60,04	54,07	54,89	43,05	7,006
21	47,95	48,18	30,5	30,49	41,08	8,822
22	46,78	47,23	31,15	31,08	44,33	8,289
23	49,26	48,76	31,76	31,32	39,34	8,748
24	43,21	43,18	26,47	26,23	42,68	9,135
	$\bar{S}$					7,775

Pada Tabel 4.2 terdapat nilai rata-rata simpangan baku sebesar 7,775. Setelah menghitung rata-rata simpangan baku langkah berikutnya adalah menghitung BKA, BKB dan GP untuk diagram kendali variabilitas berdasarkan simpangan baku dengan menggunakan Persamaan (2.11). Untuk keperluan perhitungan nilai batas-batas kendali simpangan baku diperlukan nilai  $B_4$  dan  $B_3$  yang dapat dilihat pada lampiran 2. Dari lampiran tersebut untuk  $n = 5$  adalah  $B_4 = 2,089, B_3 = 0$ . Oleh karena itu, batas-batas diagram kendali simpangan baku adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 BKA &= B_4 \bar{S} = (2,089)(7,775) = 16,242 \\
 GP &= \bar{S} = 7,775 \\
 BKB &= B_3 \bar{S} = 0(7,775) = 0
 \end{aligned}
 \quad \dots (4.3)$$

Berdasarkan BKA dan BKB selanjutnya yaitu memplot setiap periode pengamatan untuk diagram kendali simpangan baku yang ditampilkan pada Gambar 4.4.





**Gambar 4.4** Diagram Kendali Simpangan Baku *Tensile Strength* pada Bahan Pembuatan Kulit Pesawat

Dari hasil plot keseluruhan nilai simpangan baku *tensile strength* pada pembuatan kulit pesawat, seluruh titik berada dalam batas kendali serta sebaran titik tidak membentuk pola-pola tertentu. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan simpangan baku *tensile strength* proses pembuatan kulit pesawat adalah dalam kondisi terkendali, dengan garis pusat rata-rata simpangan baku 7,775 serta besarnya batas kendali atas 16,242 dan batas kendali bawah 0.

#### 4.4.2 Diagram Kendali $\bar{x}$ Berdasarkan Simpangan Baku

Setelah menentukan variabilitas proses berdasarkan simpangan baku dan hasilnya terkendali maka langkah selanjutnya menentukan diagram kendali rata-rata berdasarkan simpangan baku. Pada diagram kendali rata-rata berdasarkan simpangan baku untuk langkah pertama yaitu menentukan  $\bar{x}$  untuk setiap pengamatan dan  $\bar{s}$  yang digunakan pada Persamaan (2.2) dan (2.5). Untuk hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.5.

**Tabel 4.5** Hasil Perhitungan  $\bar{x}$  dan  $\bar{x}$  untuk Simpangan Baku

Periode Sampel	Tensile Strenght					$\bar{x}$
	1	2	3	4	5	
1	50,12	50,26	32,34	32,12	41,64	41,296
2	43,33	43,11	26,46	26,48	41,17	36,11
3	58,33	57,4	41,64	41,43	38,88	47,536
4	59,47	59,39	53,56	53,84	41,51	53,554
5	48,88	48,97	30,68	29,67	40,24	39,688
6	42,78	42,69	26,08	26,16	36,41	34,824
7	54,73	55,05	47,12	45,83	38,88	48,322
8	54,66	54,82	48,1	47,79	39,39	48,952
9	42,22	42,05	26,84	25,25	42,46	35,764
10	46,35	46,36	30,31	30,52	42,96	39,3
11	47,71	48,51	30,44	31,54	41,72	39,984
12	54,67	53,46	47,88	49,93	42,06	49,6
13	59,39	61,3	54,15	55,82	39,32	53,996
14	55,89	40,78	49,68	50,56	39,95	47,372
15	57,5	57	52,82	52,36	41,18	52,172
16	54,06	55,37	47,88	49,93	44,04	50,256
17	58,37	48,16	43,24	53,51	69,61	54,578
18	43,33	43,11	36,9	37,14	36,11	39,318
19	54,84	54,88	46,76	47,5	66,47	54,09
20	60,35	60,04	54,07	54,89	43,05	54,48
21	47,95	48,18	30,5	30,49	41,08	39,64
22	46,78	47,23	31,15	31,08	44,33	40,114
23	49,26	48,76	31,76	31,32	39,34	40,088
24	43,21	43,18	26,47	26,23	42,68	36,354
	$\bar{x}$					44,891

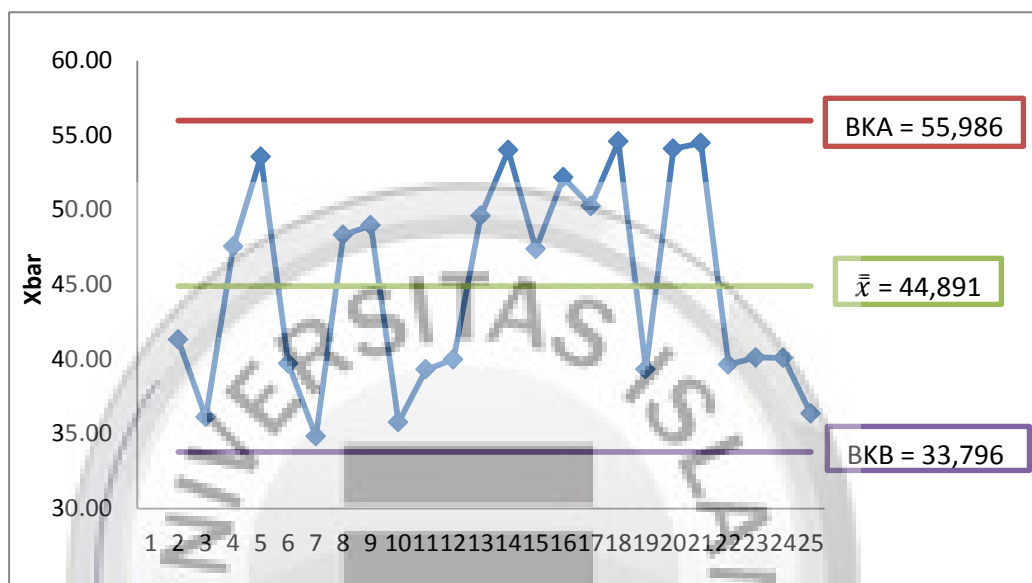
Pada Tabel 4.5 terdapat nilai  $\bar{x}$  sebesar 44,891. Setelah menghitung  $\bar{x}$  dan  $\bar{x}$  maka langkah berikutnya adalah menghitung BKA, BKB dan GP untuk diagram kendali rata-rata berdasarkan simpangan baku dengan menggunakan Persamaan (2.14). Untuk keperluan perhitungan nilai batas-batas kendali rata-rata berdasarkan simpangan baku diperlukan nilai  $A_3$  yang dapat dilihat pada lampiran 3. Dari lampiran tersebut untuk  $n = 5$  adalah  $A_3 = 1,427$ . Oleh karena itu, batas-batas diagram kendali rata-rata berdasarkan simpangan baku adalah sebagai berikut :

$$BKA = \bar{\bar{x}} + A_3\bar{S} = 44,891 + 1,427(7,775) = 55,986$$

$$GP = \bar{\bar{x}} = 44,891 \quad \dots (4.4)$$

$$BKB = \bar{\bar{x}} - A_3\bar{S} = 44,891 - 1,427(7,775) = 33,796$$

Langkah selanjutnya membuat plot data serta memplot  $\bar{x}$  dan pengamatan yang di tunjukkan pada Gambar 4.5.



**Gambar 4.5** Diagram Kendali  $\bar{x}$  berdasarkan Simpangan Baku *Tensile Strength* pada Pembuatan Kulit Pesawat

Dari hasil plot keseluruhan nilai  $\bar{x}$  berdasarkan simpangan baku *tensile strength* pada pembuatan kulit pesawat, seluruh titik berada dalam batas kendali serta sebaran titik tidak membentuk pola-pola tertentu. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan rata-rata proses pembuatan kulit pesawat pada *tensile strength* ada dalam kondisi terkendali, dengan rata-rata 44,891 serta besarnya batas kendali atas 55,986 dan batas kendali bawah 33,796.

#### 4.5 Perbandingan Batas-batas Kendali pada Diagram Kendali Rata-rata Berdasarkan MAD dan Diagram Kendali Rata-rata Berdasarkan Simpangan Baku

Untuk melihat perbandingan antara diagram kendali rata-rata berdasarkan MAD dan rata-rata berdasarkan simpangan baku dapat disajikan pada Tabel 4.6.

**Tabel 4.6** Perbandingan Diagram Kendali  $\bar{x}$  Berdasarkan MAD dan Diagram Kendali  $\bar{x}$  Berdasarkan Simpangan Baku

Batas Kendali	$\bar{x}$ berdasarkan MAD	$\bar{x}$ berdasarkan S
BKA	56,685	55,986
GP	44,891	44,891
BKB	33,097	33,796
Lebar BK	23,588	22,19

Pada Tabel 4.6 terdapat lebar batas kendali  $\bar{x}$  berdasarkan MAD sebesar 23,588, dan lebar batas kendali  $\bar{x}$  berdasarkan S sebesar 22,19. Maka terlihat bahwa diagram kendali rata-rata berdasarkan MAD sedikit lebih lebar jika dibandingkan dengan diagram kendali rata-rata berdasarkan S. Hal ini disebabkan karena diagram MAD mengakomodir adanya pencilan atau *outlier*. Sedangkan variabilitas berdasarkan S tidak mengasumsikan bahwa ada pencilan dalam data. Yang ditunjukkan  $\bar{x}$  berdasarkan MAD lebih lebar dari pada diagram kendali berdasarkan S. Oleh karena itu, jika terdapat pencilan diagram kendali S lebih cenderung menyatakan proses tidak terkendali (*out of control*) dibandingkan diagram kendali  $\bar{x}$  berdasarkan MAD.