Jurnal Matematika UNAND
Vol. **3** No. **1** Hal. 123 – 131
ISSN : 2303–291X
©Jurusan Matematika FMIPA UNAND

PENGENDALIAN MUTU BERAT PRODUKSI PT. SEMEN PADANG MENGGUNAKAN BAGAN KENDALI *MEDIAN ABSOLUTE DEVIATION* (MAD) PADA DATA TIDAK NORMAL

NUR ELVI SAHRA, HAZMIRA YOZZA, YUDIANTRI ASDI

Program Studi Matematika,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas,
Kampus UNAND Limau Manis Padang, Indonesia,
nurelvisahra@ymail.com

Abstrak. Suatu perusahaan akan menghasilkan produk yang baik, jika dilakukan dengan proses yang baik pula. Selain proses pembuatan produk itu sendiri perusahaan juga harus melakukan pengendalian kualitas setiap prosesnya. Bagan kendali Shewhart $\overline{X}$ dan bagan kendali s merupakan salah satu teknik yang paling banyak digunakan dalam proses pengendalian kualitas. Bagan kendali ini dikembangkan dengan mengasumsikan bahwa karakteristik kualitas menyebar menurut sebaran normal, sehingga jika tidak menyebar menurut sebaran normal maka bagan kendali $\overline{X}$ dan s tidak bisa digunakan dengan baik. Salah satu bagan kendali yang menjadi alternatif untuk bagan kendali $\overline{X}$ dan s jika data tidak menyebar secara normal adalah bagan kendali *Median Absolute Deviation* (MAD). Abu-Shawiesh memandang MAD sebagai penduga yang kekar dari simpangan baku ketika data sampel yang tidak normal dan kemudian mengembangkan bagan kendali MAD untuk pemantauan variabilitas proses.

Kata Kunci: Bagan Kendali *Median Absolute Deviation*

1. Pendahuluan

PT. Semen Padang didirikan pada tanggal 18 Maret 1910 dengan nama NV Nederlandsch Indische Portland Cement Maatschappij (NVNIPCM) yang merupakan pabrik semen pertama di Indonesia. Untuk menjaga agar produk yang dihasilkannya tetap diminati oleh pelanggan, maka PT. Semen Padang harus selalu melakukan pengendalian kualitas pada setiap tahapan produksi. Demikian juga halnya pada proses pengantongan. Dalam proses ini salah satu kualitas yang harus selalu dikendalikan adalah berat semen pada tiap kantong. Dengan adanya pengendalian berat semen pada tiap kantongnya, produksi yang dihasilkan tidak terlalu melebihi atau kurang dari berat yang telah ditentukan.

Bagan kendali Shewhart $\overline{X}$ dan bagan kendali s merupakan salah satu teknik yang paling banyak digunakan dalam proses pengendalian statistik. Bagan kendali $\overline{X}$ dikembangkan untuk memantau atau mengontrol rata-rata proses, sedangkan bagan s digunakan untuk memantau variabilitas proses [1]. Bagan kendali ini dikembangkan dengan mengasumsikan bahwa karakteristik kualitas menyebar menurut sebaran normal, sehingga jika tidak menyebar menurut sebaran normal maka bagan kendali $\overline{X}$ dan s tidak bisa digunakan dengan baik. Abu-Shawiesh mempresen-

tasikan pendekatan sederhana yang lebih kekar (*robust*) terhadap adanya penyimpangan tersebut. Bagan kendali tersebut didasarkan pada Median Absolute Deviation (MAD) sebagai pengganti s.

2. Bagan Kendali (*Control-Chart*)

Untuk membentuk sebuah bagan kendali, dilakukan pengambilan sampel sebanyak m kali atau m subgrup, masing-masingnya berukuran n. Menurut [5] pada prinsipnya setiap bagan kendali mempunyai:

(1) Garis tengah (*Central Line*), dinotasikan dengan CL.
(2) Sepasang batas kendali (*Control Limit*), dimana satu batas kendali ditempatkan di atas garis tengah yang dikenal sebagai batas kendali atas dinotasikan sebagai UCL (*Upper Control Limit*). Dan satu batas kendali ditempatkan di bawah garis tengah yang dikenal sebagai batas kendali bawah dinotasikan sebagai LCL (*Lower Control Limit*).
(3) Plot nilai-nilai karakteristik kualitas menggambarkan keadaan dari proses. Jika semua nilai yang diplot pada bagan kendali berada di dalam batas-batas kendali, maka proses yang berlangsung dianggap berada dalam kendali atau terkendali secara statistik. Namun jika nilai-nilai yang diplot pada bagan kendali itu jatuh atau berada di luar batas-batas kendali, maka proses yang berlangsung dianggap berada di luar kendali (tidak terkendali).

2.1. *Bagan Kendali* s *dan Bagan Kendali* $\overline{X}$

Bagan kendali $\overline{X}$ dan s adalah bagan kendali variabel yang dibentuk ketika banyaknya data diambil untuk setiap sampel lebih dari 10. Bagan kendali $\overline{X}$ digunakan untuk memantau apakah rata-rata proses stabil atau tidak, sedangkan bagan kendali s digunakan untuk memantau apakah variabilitas proses stabil atau tidak.

Misalkan $x_{i1}, x_{i2}, \cdots, x_{in}$ adalah sampel acak dengan ukuran n pengamatan bebas diambil pada subgrup i dimana $i = 1, 2, \cdots, m$. Sampel diasumsikan saling bebas dan diambil dari sebaran normal yang identik. Batas kendali 3-*sigma* untuk bagan kendali s didefinisikan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} UCL_s &= \overline{s} + 3\sigma_s = B_4\overline{s}, \\ CL_s &= \overline{s}, \\ LCL_s &= \overline{s} - 3\sigma_s = B_3\overline{s}, \end{aligned} \tag{2.1}$$

dimana $s_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{n}(x_{ij}-\overline{X}_i)^2}{n-1}}$.

Batas kendali 3-*sigma* untuk bagan kendali $\overline{X}$ didefinisikan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} UCL_{\overline{X}} &= \overline{\overline{X}} + A_3\overline{s}, \\ CL_{\overline{X}} &= \overline{\overline{X}}, \\ LCL_{\overline{X}} &= \overline{\overline{X}} - A_3\overline{s}, \end{aligned} \tag{2.2}$$

dimana $\overline{\overline{X}} = \frac{\sum_{i=1}^{m}\overline{X}_i}{m}$.

Untuk membentuk bagan kendali $\overline{X}$ dan bagan kendali s, digunakan Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Penetapan Batas Kendali pada bagan kendali $\overline{X}$ dan s

n	A_3	B_3	B_4	n	A_3	B_3	B_4	n	A_3	B_3	B_4
2	2,66	0	3,27	9	1,03	0,24	1,76	16	0,76	0,45	1,55
3	1,95	0	2,57	10	0,98	0,28	1,72	17	0,74	0,47	1,53
4	1,63	0,03	1,97	11	0,93	0,32	1,68	18	0,72	0,48	1,52
5	1,43	0	2,09	12	0,89	0,35	1,65	19	0,70	0,50	1,50
6	1,29	0,03	1,97	13	0,85	0,38	1,62	20	0,68	0,51	1,49
7	1,18	0,12	1,88	14	0,82	0,41	1,59	21	0,66	0,52	1,48
8	1,10	0,19	1,81	15	0,79	0,43	1,57				

2.2. *Bagan Kendali Median Absolute Deviation (MAD) dan Bagan Kendali $\overline{X}$*

Bagan kendali MAD adalah bagan kendali yang digunakan untuk mengawasi proses simpangan baku. Bagan kendali MAD ini tetap memplot simpangan baku sampel s_i, namun menggunakan penaksiran MAD untuk mendapatkan batas-batas kendali dan garis tengahnya [8].

Misalkan $x_{i1}, x_{i2}, \cdots, x_{in}$ adalah sampel acak dengan ukuran n pengamatan bebas yang diambil pada periode i dimana $i = 1, 2, \cdots, m$. Sampel diasumsikan saling bebas dan diambil dari sebaran kontinu yang identik. Bagan kendali yang kekar berdasarkan pendugaan MAD adalah suatu bagan dari standar penyimpangan subgrup dimana batas kendali untuk penyimpangan tersebut didasarkan pada MAD dari median sampel. MAD dari median sampel adalah suatu penduga yang kekar dari simpangan baku populasi [1].

Median absolute deviation subgrup ke-i (MAD_i) didefinisikan sebagai berikut.

$$MAD_i = 1.4826\ med\left\{|x_{i1} - MD_i|, \cdots, |x_{in} - MDi|\right\}, \tag{2.3}$$

dimana, $MD_i = \ med\{x_{i1}, \cdots, x_{in}\}$.

Rata-rata MAD dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\overline{MAD} = \sum_{i=1}^{m} MAD_i/m. \tag{2.4}$$

Batas kendali bawah (LCL), batas kendali atas (UCL) dan garis tengah (CL) dihitung dengan menggunakan MAD, serta faktor batas kendali C_4, B_5 dan B_6 sebagai berikut.

$$\begin{aligned} UCL_{MAD} &= B_6^* \overline{MAD}, \\ CL_{MAD} &= C_4^* \overline{MAD}, \\ LCL_{MAD} &= B_5^* \overline{MAD}, \end{aligned} \tag{2.5}$$

dimana, $C_4 = \frac{\bar{s}}{\sigma} = \frac{4(n-1)}{4n-3}, C_4^* = b_n C_4, B_5^* = b_n B_5 = b_n(C_4 - 3\sqrt{1-C_4^2})$, $B_6^* = b_n B_6 = b_n(C_4 + 3\sqrt{1-C_4^2})$.

Selanjutnya akan diturunkan batas kendali bagi $\overline{X}$, dimana bagan kendali $\overline{X}$ pada bagan kendali $\overline{X}$ dan MAD adalah bagan kendali yang digunakan untuk mengawasi rata-rata proses. Batas kendali 3-sigma didefinisikan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} UCL_{\overline{X}} &= \overline{\overline{X}} + 3\widehat{\sigma}_X, \\ CL_{\overline{X}} &= \overline{\overline{X}}, \\ LCL_{\overline{X}} &= \overline{\overline{X}} - 3\widehat{\sigma}_X. \end{aligned} \tag{2.6}$$

Untuk membentuk bagan kendali $\overline{X}$ dan bagan kendali MAD dapat menggunakan Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Faktor-faktor batas kendali untuk bagan kendali MAD

n	bn	As	C4*	B5*	B6*	n	bn	As	C4*	B5*	B6*
2	1.196	3.588	0,954	0,000	3.117	14	1.061	3.183	1.041	0,423	1.658
3	1.495	4.485	1.325	0,000	3.403	15	1.056	3.168	1.037	0,445	1.630
4	1.363	4.089	1.256	0,000	2.846	16	1.053	3.159	1.036	0,463	1.607
5	1.206	3.618	1.134	0,000	2.369	17	1.049	3.147	1.033	0,480	1.585
6	1.200	3.600	1.142	0,035	2.249	18	1.047	3.141	1.032	0,497	1.566
7	1.140	3.420	1.094	0,129	2.059	19	1.044	3.132	1.030	0,512	1.548
8	1.129	3.387	1.089	0,202	1.977	20	1.042	3.126	1.028	0,525	1.532
9	1.107	3.321	1.073	0,257	1.890	21	1.040	3.120	1.027	0,537	1.517
10	1.087	3.261	1.057	0,300	1.814	22	1.038	3.114	1.026	0,548	1.503
11	1.078	3.234	1.051	0,337	1.765	23	1.036	3.108	1.024	0,558	1.490
12	1.071	3.231	1.047	0,371	1.724	24	1.034	3.102	1.023	0,568	1.478
13	1.066	3.198	1.044	0,399	1.690	25	1.033	3.099	1.022	0,577	1.467

3. Hasil dan Pembahasan

Pengambilan data hanya dilakukan terhadap tiga dari sembilan *packer* yang ada. Metode pengambilan packer dilakukan secara pengambilan contoh acak sederhana. Untuk setiap *packer* pengamatan dilakukan dalam waktu 30 hari dengan 15 produksi per hari. Dengan demikian untuk setiap packer diambil berat 450 kantong semen.

(1) **Kasus 1. Packer-3**.
Untuk memantau berat produksi semen, pertama-tama diuji data berat semen untuk asumsi normalitas. Hipotesis yang diuji adalah:

$$\begin{aligned} H_0 &: \text{ data menyebar normal,} \\ H_1 &: \text{ data menyebar tidak normal.} \end{aligned}$$

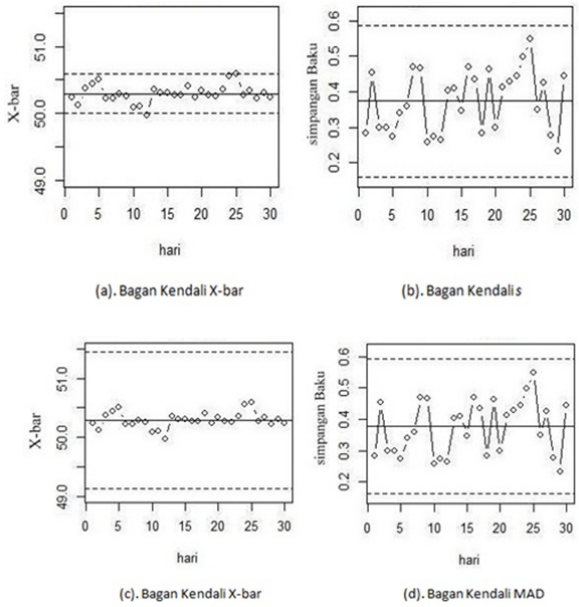
Dari pengujian yang dilakukan, diperoleh nilai $p = 0.038$. Karena $p < 0.020$ maka tolak H_0, sehingga dapat disimpulkan bahwa data menyebar tidak normal.

Oleh karena itu bagan kendali $\overline{X}$ dan bagan kendali MAD yang menjadi bagan kendali yang cocok untuk memantau variabilitas proses.

Dari data diperoleh $\overline{\overline{X}} = 50.29042$ dan $\overline{s} = 0.3739614$. Dari Tabel 1 jika $n = 15$ diperoleh $B_4 = 1.57$, $B_3 = 0.43$, $A_3 = 0.79$. Dengan demikian diperoleh batas kendali untuk bagan $\overline{X}$ menggunakan Persamaan (2.1) adalah $UCL_{\overline{X}} = 50.58585$, $CL_{\overline{X}} = 50.29042$ dan $LCL_{\overline{X}} = 49.99499$ dan batas kendali untuk bagan s menggunakan Persamaan (2.2) adalah $UCL_s = 0.5871193$,$CL_s = 0.3739614$ dan $LCL_s = 0.1608034$.

Dari data diperoleh $\overline{MAD} = 0.3637312$. Diperoleh batas-batas kendali untuk bagan MAD menggunakan Persamaan (2.5) adalah $UCL_{MAD} = 0.5922584$, $CL_{MAD} = 0.3773615$ dan $LCL_{MAD} = 0.1624647$. Rata-rata dari $\overline{X}$ adalah $\overline{\overline{X}} = 50.29042$. Dari Tabel 2 jika $n = 15$ diperoleh $A_5 = 3.168$. Dengan demikian diperoleh batas kendali untuk bagan $\overline{X}$ menggunakan Persamaan (2.6) adalah $UCL_{\overline{X}} = 51.44272$, $CL_{\overline{X}} = 50.29042$ dan $LCL_{\overline{X}} = 49.13812$.

Nilai $\overline{X}$ dan s selanjutnya diplot dengan bagan kendali yang bersesuaian dengan batas-batas kendali yang sudah diperoleh sebelumnya. Plot yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1. Plot bagan kendali untuk Kasus 1

Dari plot (a) yang diperoleh dapat dilihat bahwa pada bagan kendali $\overline{X}$ terdapat dua titik yang berada di luar batas kendali yaitu pada data ke-12 dan data ke-25. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa rata-rata proses pada bagan kendali $\overline{X}$ berada di luar kendali. Sedangkan pada plot (c) semua data berada didalam batas kendali. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa rata-rata

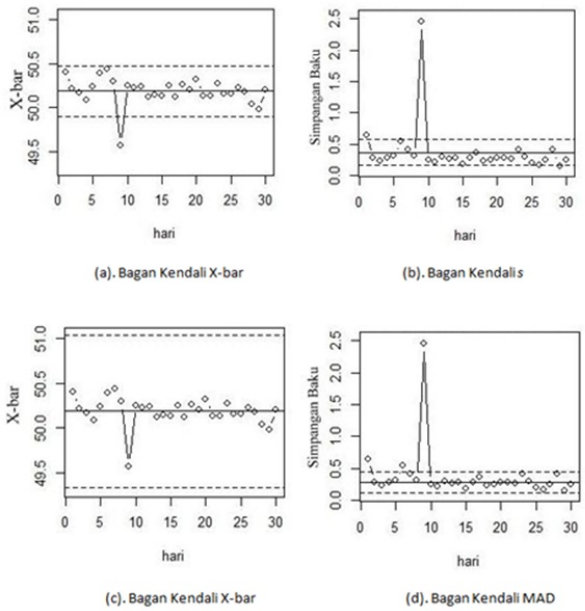
proses pada bagan kendali $\overline{X}$ berdasarkan MAD berada dalam kendali. Dari plot (b) dan (d) pada bagan kendali $\overline{X}$-s dan bagan kendali $\overline{X}$-MAD dapat dilihat bahwa semua data berada didalam batas kendali. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa variabilitas proses pada kedua bagan kendali tersebut berada didalam kendali.

(2) **Kasus 2. Packer-5**.

Pada kasus kedua ini, tidak jauh berbeda dengan kasus pertama. Dari pengujian yang dilakukan, diperoleh nilai p <0.010. Karena $p < 0.05$ maka tolak H_0, sehingga dapat disimpulkan bahwa data menyebar tidak normal.

Dari data diperoleh $\overline{\overline{X}} = 50.18484$ dan $\overline{s} = 0.3704545$. Batas kendali untuk bagan $\overline{X}$ menggunakan Persamaan (2.2) adalah $UCL_{\overline{X}} = 50.4775$, $CL_{\overline{X}} = 50.18484$ dan $LCL_{\overline{X}} = 49.89219$ batas kendali untuk bagan s menggunakan Persamaan (2.1) adalah $UCL_s = 0.5816136$, $CL_s = 0.3704545$ dan $LCL_s = 0.1592955$.

Dari data juga diperoleh $\overline{MAD} = 0.2703274$ dan $\overline{\overline{X}} = 50.18484$. Batas-batas kendali untuk bagan MAD menggunakan Persamaan (2.5) adalah $UCL_{MAD} = 0.4401703$, $CL_{MAD} = 0.2804576$ dan $LCL_{MAD} = 0.1207448$. Batas kendali untuk bagan $\overline{X}$ menggunakan Persamaan (2.6) adalah $UCL_{\overline{X}} = 51.04124$, $CL_{\overline{X}} = 50.18484$ dan $LCL_{\overline{X}} = 49.32845$. Plot yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 2 sebagai berikut.



Gambar 2. Plot bagan kendali untuk Kasus 2

Dari plot (a) dapat dilihat bahwa terdapat satu titik yang berada diluar

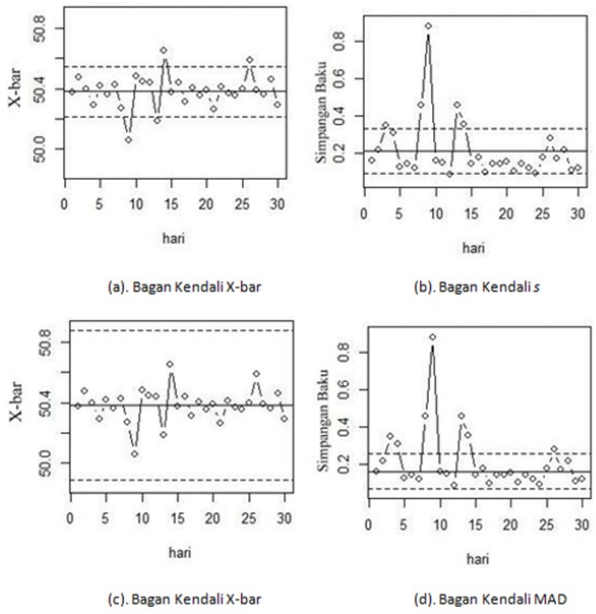
batas kendali yaitu pada data ke-09. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa rata-rata proses pada bagan kendali $\overline{X}$ berada di luar kendali. Sedangkan pada plot (c) semua data berada didalam batas kendali. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa rata-rata proses pada bagan kendali $\overline{X}$ berdasarkan MAD berada dalam kendali. Dari plot (b) dan (d) pada data simpangan baku dapat dilihat bahwa ada tiga data berada diluar batas kendali. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa variabilitas proses pada kedua bagan kendali tersebut berada diluar kendali.

(3) **Kasus 3. Packer-9**.
Pada kasus ketiga ini tidak jauh berbeda pula pada kasus pertama dan kasus kedua. Tetapi pada kasus ketiga ini menggunakan packer 9, dimana pada packer 9 mesin pemasukan semen ke kantong / curah sudah menggunakan robot dan tidak manual dibantu oleh manusia. Dari pengujian yang dilakukan, diperoleh nilai p <0.010. Karena $p < 0.05$ maka tolak H_0, sehingga dapat disimpulkan bahwa data menyebar tidak normal.

Dari data diperoleh $\overline{s} = 0.211656$ dan $\overline{\overline{X}} = 50.38218$ Batas kendali untuk bagan $\overline{X}$ menggunakan Persamaan (2.2) adalah $UCL_{\overline{X}} = 50.54939$, $CL_{\overline{X}} = 50.38218$ dan $LCL_{\overline{X}} = 50.21497$ dan batas kendali untuk bagan s menggunakan Persamaan (2.1) adalah $UCL_s = 0.3322999$, $CL_s = 0.211656$ dan $LCL_s = 0.09101209$. Dari data juga diperoleh $\overline{MAD} = 0.2703274$ dan rata-rata dari $\overline{X}$ adalah $\overline{\overline{X}} = 50.38218$. Dengan demikian diperoleh batas-batas kendali untuk bagan MAD menggunakan Persamaan (2.5) adalah $UCL_{MAD} = 0.2542849$, $CL_{MAD} = 0.1620194$ dan $LCL_{MAD} = 0.06975386$. Batas kendali untuk bagan $\overline{X}$ menggunakan Persamaan (2.6) adalah $UCL_{\overline{X}} = 50.87692$, $CL_{\overline{X}} = 50.38218$ dan $LCL_{\overline{X}} = 49.88744$. Plot yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 3.

Dari plot (a) dapat dilihat bahwa terdapat empat titik yang berada di luar batas kendali yaitu pada data ke-09, data ke-13, data ke-14, dan data ke-26. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa rata-rata proses pada bagan kendali $\overline{X}$ berada di luar kendali. Sedangkan pada plot (c) semua data berada didalam batas kendali. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa rata-rata proses pada bagan kendali $\overline{X}$ berdasarkan MAD berada dalam kendali. Dari plot (b) terdapat enam titik yang berada di luar batas kendali dan plot (d) terdapat tujuh titik yang berada di luar batas kendali. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa variabilitas proses pada kedua bagan kendali tersebut berada di luar kendali.

Jika dilihat lebih teliti, lebar bagan kendali $\overline{X}$ pada pemantauan rata-rata proses lebih sempit dibandingkan bagan kendali $\overline{X}$ berdasarkan MAD. Sehingga peluang titik yang keluar dari batas kendali pada bagan kendali $\overline{X}$ lebih banyak dibandingkan pada bagan kendali $\overline{X}$ berdasarkan MAD. Sedangkan lebar bagan kendali s pada pemantauan variabilitas proses lebih lebar dibandingkan bagan kendali MAD. Sehingga peluang titik yang keluar dari batas kendali pada bagan kendali s lebih sedikit dibandingkan pada bagan kendali MAD.



Gambar 3. Plot bagan kendali untuk Kasus 3

4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan diatas, dapat diberikan kesimpulan sebagai berikut:

(1) Lebar pada bagan kendali $\overline{X}$ dan s pada pemantauan rata-rata sampel lebih sempit dibandingkan bagan kendali $\overline{X}$ dan MAD. Hal ini wajar, karena bagan kendali $\overline{X}$ pada bagan kendali $\overline{X}$ dan s dibuat dengan menggunakan penafsiran-penafsiran yang tidak kekar terhadap penyimpangan, sehingga batas-batas kendali dari bagan tersebut menjadi tidak valid. Akibatnya, jika ada titik yang terplot diluar bagan kendali $\overline{X}$, maka belum tentu titik tersebut merupakan proses diluar kendali pada bagan kendali $\overline{X}$ berdasarkan MAD.

(2) Terdapat perbedaan dalam interval pada bagan kendali $\overline{X}$ dan MAD. Dimana pada bagan kendali $\overline{X}$ yang digunakan untuk memantau rata-rata proses mempunyai interval yang lebih besar dibandingkan interval pada bagan kendali MAD yang digunakan untuk memantau variabilitas proses. Ini berarti pada data simpangan baku yang digunakan dalam menghitung batas kendali, kemungkinan bahwa beberapa titik berada diluar batas kendali.

(3) Karena kekokohannya terhadap penyimpangan, MAD dapat digunakan untuk membuat bagan kendali alternatif yang lebih kekar daripada bagan kendali $\overline{X}$ dan s. Bagan kendali MAD memberikan hasil yang lebih valid dan dapat menjelaskan variabilitas proses yang lebih baik. Dari penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa berat semen PT. Semen Padang terkendali secara rata-rata proses tetapi tidak dalam variabilitas proses.

5. Ucapan Terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dodi Devianto, Bapak Budi Rudianto dan Ibu Riri Lestari yang telah memberikan masukan dan saran sehingga paper ini dapat diselesaikan dengan baik.

Daftar Pustaka

[1] Abu-Shawiesh, M.O.A., 2008. A simple robust control chart based on MAD. *J. Math.Stat.* **4**: 102 – 107. DOI: 10.3844/JMSSP.2008.102.107

[2] Antony. 2006. Analisa Pengendalian Kualitas Produk Pelumas Ultratec 0.8 Dengan Metode Statistika Proses Control Pada PT. Federal Karyatama. Skripsi. tidak diterbitkan. Fakultas Teknik Universitas Bina Nusantara Jakarta

[3] Bappit Pusat. 1997. *Sejarah Perusahaan.* http://www.semenpadang.co.id diakses pada 14 September 2013.

[4] Grant, L., and Richard S. Leavenworth. 1996. *Pengendalian Mutu Statistis Edisi Keenam Jilid I.* Erlangga. Jakarta

[5] Immanuel. 2007. Perancangan Sistem Informasi Pengendalian Kualitas Dengan Metode SPC Pada PT. Tri Dharma Wisesa. Fakultas Sistem Informasi. Skripsi. tidak diterbitkan. Universitas Bina Nusantara. Jakarta

[6] Irvan. 2006. *Jurnal Pengendalian Mutu Produk Dengan Menggunakan Metode Statistik.* http://repository.usu.ac.id diakses pada 12 September 2013.

[7] Jala. 2010. Pengendalian Kualitas Produk Secara Statistik Dengan Menggunakan Control Chart. Skripsi, tidak diterbitkan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung

[8] Marlina. 2012. *Bagan Kendali Berdasarkan Media dan Median Absolute Deviation.* Skripsi, tidak diterbitkan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Indonesia. Depok

[9] Montgomery,D.C. 2005. *Introduction to Statistical Quality Control.* USA: Jhon Wiley dan Sons.

[10] Siegel. 1985. *Statistika Nonparametrik.* Gramedia. Jakarta.