

Diagram Kendali Standar Deviasi (*S-Chart*) dari Distribusi Lognormal untuk Pengendalian Kualitas Ph Instalasi Pengolahan Air Minum Batu Ampar Balikpapan Kalimantan Timur

Standard Deviation Control Diagram (*S-Chart*) From Lognormal Distribution For Ph Quality Control Of Stone Drinking Water Treatment Installation Of Kalimantan Timur

¹Khairunnisa, ²Suliadi

^{1,2}*Prodi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Jl. Tamansari No.1 Bandung 40116*
email: ¹khairunnisanst128@gmail.com, ²suliadi@gmail.com

Abstract. In this thesis will be explained about the procedure for the formation of a Standard Deviation Control Chart from a Lognormal or S-Lognormal Distribution. Formation of Diagrams This control is used to monitor process variability based on the assumption that the data obtained follows a lognormal distribution. This method was applied to the pH data of the Batu Ampar Balikpapan East Kalimantan drinking water treatment plant. The results of the establishment of the S control chart in the first revision obtained BKA = 0.0166, Center = 0.0077 and BKB = 0. Based on the control limits of the S control diagram in stage II it can describe all data within the control limits. While the results of S-Lognormal formation obtained BKA = 7.21, Center = 5.97 and BKB = 4.74 in phase II shows all observations are within the control limits. However, it cannot be said that the process is in a controlled state because there are seven scatter points located on the same side. From the two control diagrams with different methods it can be seen that the S-lognormal control diagram is more sensitive in monitoring the standard deviation, seeing that there are 7 sample points that experience a high shift in variability

Keywords: S-Chart Control Chart, Standard Deviation, S-Lognormal Control Diagram, Kolmogorov-Smirnov Test.

Abstrak. Dalam skripsi ini akan dijelaskan mengenai prosedur pembentukan Diagram Kendali Standar Deviasi dari Distribusi Lognormal atau S-Lognormal. Pembentukan Diagram Kendali ini digunakan untuk memantau variabilitas proses berdasarkan asumsi bahwa data yang diperoleh mengikuti distribusi lognormal. Metode ini diaplikasikan pada data pH instalasi pengolahan air minum Batu Ampar Balikpapan Kalimantan Timur. Hasil pembentukan diagram kendali S pada revisi pertama diperoleh BKA = 0,0166, Pusat = 0,0077 dan BKB = 0. Berdasarkan batas kendali diagram kendali S pada tahap II tersebut dapat menggambarkan seluruh data berada di dalam batas kendali. Sementara hasil pembentukan S-Lognormal diperoleh BKA = 7,21, Pusat = 5,97 dan BKB = 4,74 pada tahap II menunjukkan seluruh pengamatan berada di dalam batas kendali. Akan tetapi tidak bisa dikatakan proses dalam keadaan terkendali karena ada tujuh pencaran titik yang terletak pada belahan sisi yang sama.. Dari kedua diagram kendali tersebut dengan metode yang berbeda dapat dilihat bahwa diagram kendali S-lognormal lebih sensitif dalam memantau standar deviasi, dengan melihat bahwa ada 7 titik sampel yang mengalami pergeseran variabilitas yang tinggi.

Kata Kunci: Diagram Kendali S-Chart, Standar Deviasi, Diagram Kendali S-Lognormal, Uji Kolmogorov-Smirnov.

A. Pendahuluan

Pengendalian kualitas merupakan suatu teknik yang bermanfaat agar suatu perusahaan dapat mengetahui kualitas produknya sebelum dipasarkan kepada konsumen. Salah satu alat terpenting dalam pengendalian proses statistik adalah diagram kendali. Diagram kendali merupakan teknik pengendalian proses produksi serta menentukan kemampuan proses dan memberi informasi yang berguna dalam meningkatkan sebuah proses (Muchlis, 2010). Diagram kendali ini digunakan untuk memahami apakah suatu proses berjalan dalam kondisi terkendali atau tidak. Suatu proses dikatakan dalam keadaan terkendali, bila dalam proses tersebut tidak terdapat variasi sebab-sebab terduga dan tidak terduga yang tidak bisa dihindarkan.

Yang termasuk kedalam variabilitas proses salah satunya yaitu diagram kendali S. Diagram kendali S memiliki asumsi yang harus dipenuhi, yakni karakteristik yang

diamati berdistribusi normal. Sedangkan, tidak semua karakteristik yang diamati berdistribusi normal. Oleh karena itu, penulis ingin memperkenalkan dan mengaplikasikan metode yang diusulkan oleh Huang et al, (2016) mengenai diagram kendali untuk data kualitas PH instalasi pengolahan air minum Balikpapan Kalimantan Timur yang berdistribusi lognormal dengan mengembangkan diagram kendali untuk memantau standar deviasi proses yang berdistribusi lognormal. Untuk mengetahui hubungan antara perhatian (attention) terhadap iklan dengan kesadaran merek Le Minerale.

1. Untuk mengetahui prosedur pembentukan diagram kendali standar deviasi (*S-Chart*) untuk proses yang berdistribusi lognormal pada data kualitas PH air yang diolah pada instalasi pengolahan air minum Balikpapan Kalimantan Timur pada tahun 2017
2. Untuk mengetahui penggunaan prosedur pembentukan diagram kendali standar deviasi (*S-Chart*) untuk proses yang berdistribusi lognormal untuk data kualitas PH air yang diolah pada instalasi pengolahan air minum Balikpapan Kalimantan Timur pada tahun 2017.

B. Landasan Teori

Diagram Kendali adalah suatu metode grafik yang dapat digunakan untuk mengetahui apakah suatu proses atau aktivitas berada dalam pengendalian kualitas secara statistik atau tidak dengan menetapkan batas-batas kendali. Diagram kendali Shewhart diperkenalkan oleh Walter A. Shewhart pada 1920 saat bekerja di Bell Labs. Diagram kendali Shewhart digunakan untuk memberikan petunjuk-petunjuk dasar dalam mengambil tindakan yang diperlukan agar proses atau aktivitas berada dalam keadaan yang diinginkan. Kriteria proses tidak terkendali dapat juga dengan memperhatikan pencaran titik dibawah ini:

1. Terdapat 1 titik atau lebih yang berada di luar batas kendali.
2. Ada tujuh titik atau lebih terletak pada belahan sisi yang sama dari diagram kendali.

Secara umum, ada dua diagram kendali, yaitu diagram kendali atribut dan diagram kendali variabel. Diagram kendali variabel merupakan diagram kendali yang digunakan untuk mengukur karakteristik kualitas.

Pengendalian Statistik berdasarkan Data Variabel

Diagram kendali variabel dibagi menjadi dua jenis yaitu diagram kendali yang digunakan untuk mengetahui perubahan dari rata-rata (\bar{x}) karakteristik kualitas tertentu dan diagram kendali yang digunakan untuk menggambarkan variabilitas atau disperse S dan R karakteristik kualitas tertentu. Asumsi untuk membentuk diagram kendali variabel tersebut yaitu data pengamatan harus berdistribusi lognormal.

Distribusi Lognormal

Distribusi lognormal dalam bentuk sederhana adalah X berdistribusi lognormal, maka fungsi densitas dari sebuah peubah acak dengan logaritma mengikuti distribusi normal adalah sebagai berikut:

$$f(X) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1(\ln(x)-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

Diagram Kendali Standar Deviasi (S-Chart)

Jika X_{ij} berdistribusi lognormal (μ, σ^2) maka, $Y_{ij} = \log(X_{ij})$ mengikuti

distribusi normal (μ, σ^2) . Oleh karena itu, $Y_{ij} = \log(X_{ij})$ diagram kendali S-Chart dapat diperoleh berdasarkan data log yang sudah ditransformasi, yang disebut sebagai S-Chart normal dengan $\bar{Y}_i = (\sum_{j=1}^n Y_{ij})/n$, dan $S_Y(i) = \sqrt{\sum_{j=1}^n (Y_{ij} - \bar{Y}_i)^2 / (n - 1)}$. Batas-batas kendali normal S-chart terdapat pada persamaan berikut:

$$BKA_{NSW} = \bar{S}_Y + L_{SW_Y} \frac{\bar{S}_Y}{c_4} \sqrt{1 - c_4^2}$$

$$Pusat_{NSW} = \bar{S}_Y$$

$$BKB_{NSW} = \bar{S}_Y - L_{SW_Y} \frac{\bar{S}_Y}{c_4} \sqrt{1 - c_4^2}$$

Pada Tahap II, untuk sampel acak Y_1, Y_2, \dots, Y_n yang berukuran n akan dihitung nilai $S_Y = \sqrt{\sum_{j=1}^n (Y_j - \bar{Y})^2 / (n - 1)}$, $Y_j = \log(X_j), j = 1, 2, \dots, n$ dan $\bar{Y} = (\sum_{j=1}^n Y_j)/n$ kemudian plot terhadap urutan sampel.

Diagram Kendali S-Lognormal

Huang, et al (2017) mengusulkan sebuah diagram kendali untuk memantau standar deviasi apabila data berdistribusi lognormal, berdasarkan metodologi yang dipelajari oleh Tang dan Yeh (2017) yaitu metode yang dibentuk tanpa melakukan transformasi terlebih dahulu. Untuk diagram kendali S-lognormal adalah sebagai berikut:

$$BKA_S = (\bar{X} + \frac{\bar{S}_X^2}{2} + \log \bar{S}_X) + L_S \sqrt{\frac{\bar{S}_X^2}{n} + \frac{\bar{S}_X^4}{2(n+1)} + \frac{(n-4)}{2(n-3)^2} + \frac{\bar{S}_X^2}{(n-1)}}$$

$$Pusat_S = (\bar{X} + \frac{\bar{S}_X^2}{2} + \log \bar{S}_X)$$

$$BKB_S = (\bar{X} + \frac{\bar{S}_X^2}{2} + \log \bar{S}_X) - L_S \sqrt{\frac{\bar{S}_X^2}{n} + \frac{\bar{S}_X^4}{2(n+1)} + \frac{(n-4)}{2(n-3)^2} + \frac{\bar{S}_X^2}{(n-1)}}$$

Pada Tahap II, sampel acak X_1, X_2, \dots, X_n , masing-masing berukuran n, akan diplot berdasarkan rumus berikut: $\bar{X} + \frac{\bar{S}_X^2}{2} + \log(S_X)$ terhadap urutan sampel, di mana $\bar{X} = (\sum_{j=1}^n X_j)/n$ dan $S_X = \sqrt{\sum_{j=1}^n (X_j - \bar{X})^2 / (n - 1)}$.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Berikut adalah penelitian mengenai variabilitas data kualitas pH instalasi pengolahan air minum Batu Ampar Balikpapan Kalimantan Timur.

Tabel 1. data kualitas pH instalasi pengolahan air minum Batu Ampar Balikpapan Kalimantan Timur

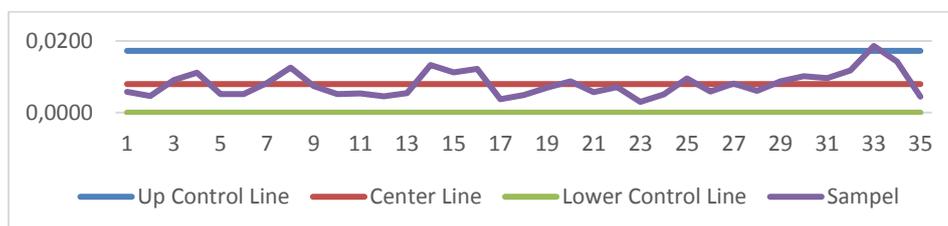
Minggu	pH ₁	pH ₂	pH ₃	pH ₄	pH ₅	pH ₆	pH ₇
1	6.84	6.77	6.63	6.59	6.66	6.71	6.62
2	6.65	6.67	6.78	6.83	6.8	6.82	6.78
3	6.64	6.63	6.66	7	6.9	6.76	6.7
4	6.73	7.1	6.82	6.63	6.95	6.88	7.09
5	6.87	6.99	6.92	6.88	7.08	6.92	7.05
6	6.81	6.89	6.99	7.02	7.04	6.98	6.91
...
...
...
47	7.14	7.17	7.18	7	7.24	7.07	7.1
48	7.06	6.97	7.4	7.45	7.36	7.4	7.14
49	7.08	7.13	7.13	7.31	7.13	7.16	6.94
50	7.24	7.22	7.22	7.31	7.19	7.17	7.05
51	7.22	7.21	7.06	7.3	7.57	7.48	7.35
52	7.26	7.09	7.11	7.22	7.18	7.28	7.45

Pada bagian ini akan dijelaskan bagaimana langkah-langkah dari pembentukan diagram kendali S dan diagram kendali S-Lognormal. Berikut adalah prosedur pembentukannya:

1. Memuat data *input* berupa data kualitas PH instalasi pengolahan air minum Batu Ampar Balikpapan Kalimantan Timur pada tahun 2017 yang diteliti setiap Minggu. Data ini terlampir pada Lampiran 1.
2. Menguji kecocokan distribusi log normal. Jika data berdistribusi log normal, maka lanjut ke Langkah 6, jika tidak gunakan data baru. Langkah ini dilakukan menggunakan bantuan perangkat lunak *EasyFit*
3. Buat diagram kendali S tahap I berdasarkan Persamaan (2.15) dilanjutkan dengan membuat diagram kendali S Tahap II, di mana datanya harus dilakukan transformasi dengan log terlebih dahulu.
4. Buat diagram kendali S-Lognormal Tahap I berdasarkan Persamaan (2.17) atau berdasarkan Persamaan (2.19) dan di lanjutkan pada pembuatan diagram kendali S-Lognormal Tahap II
5. Proses Selesai setelah diperoleh 2 bentuk diagram dari masing-masing distribusi.
6. Selanjutnya bandingkan kedua diagram kendali tersebut.

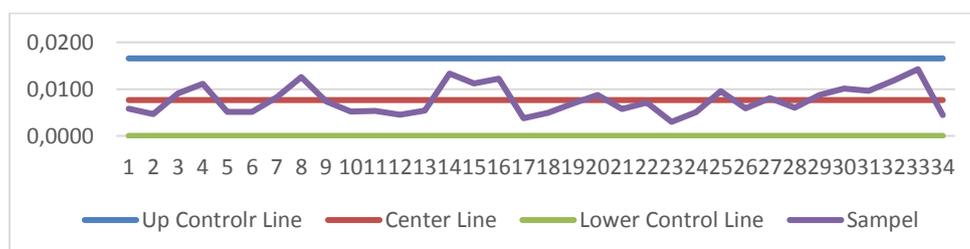
Diagram Kendali S-chart

Berikut adalah hasil penelitian mengenai variabilitas data kualitas *pH* instalasi pengolahan air minum Batu Ampar Balikpapan Kalimantan Timur. Hasil pengujian dijelaskan pada gambar berikut.



Gambar 1. Diagram Kendali Tahap I

Pada gambar diatas diagram kendali S-chart dalam keadaan tidak terkendali secara statistik. Pertama disebabkan oleh adanya titik sampel yang berada di luar batas pengendalian yaitu titik ke-33. Untuk mengatasi nilai titik sampel yang tidak terkendali dilakukan revisi dengan menghitung kembali batas-batas kendali dengan tidak mengikutsertakan nilai titik sampel yang berada di luar kendali.



Gambar 2. Diagram Kendali Tahap I

Pada gambar tersebut menunjukkan hasil plot nilai titik sampel, keseluruhan titik berada diantara batas kendali atas dan batas kendali bawah serta sebaran titik tidak menunjukkan kriteria out of control.

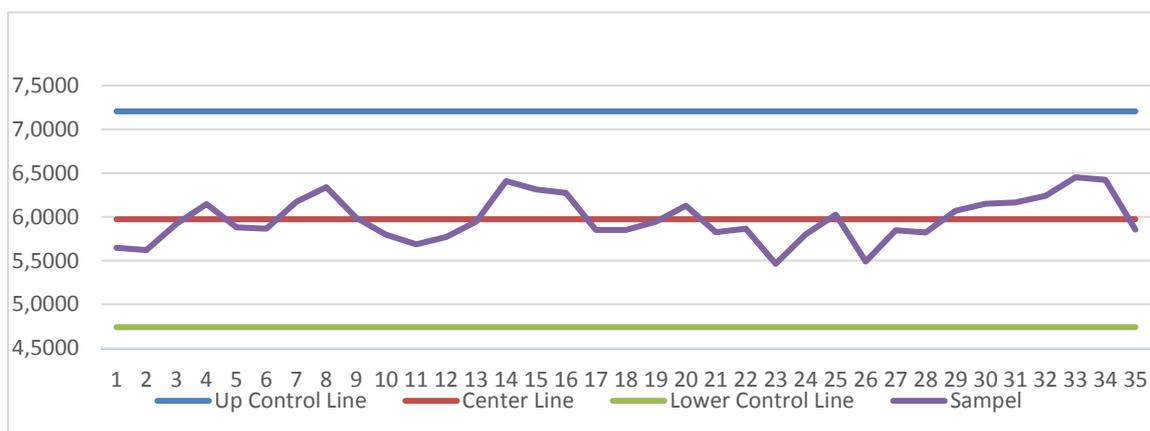
Pada tahap II setelah nilai S dan \bar{Y} pada data transformasi dari 36-52 telah ditentukan dan terdapat pada Lampiran 5, hasil dari tahap I selanjutnya di implementasikan pada data selanjutnya, ada 17 titik pengamatan.



Gambar 3. Diagram Kendali Tahap II

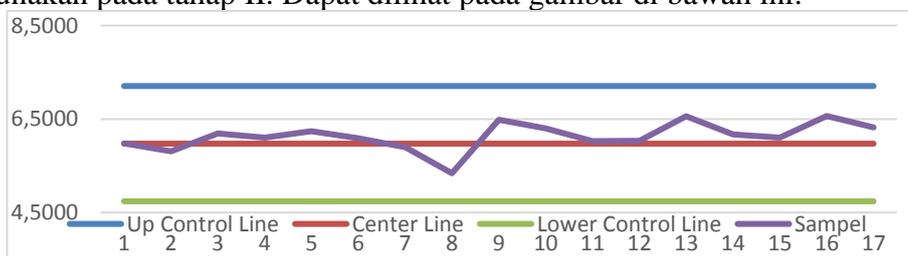
Batas pengendalian ini menggambarkan bahwa tidak ada variasi khusus yang berasal dari mesin, alat, metode, bahan baku, dan tenaga kerja.

Diagram Kendali *S-Lognormal*



Gambar 4. Diagram Kendali S-lognormal Tahap I

Pada gambar diatas dari hasil BKA, PUSAT, dan BKB seluruh titik sampel berada di dalam batas-batas terkendali oleh karena itu diagram kendali tersebut dapat dipergunakan pada tahap II. Dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 5. Diagram Kendali S-lognormal Tahap II

Berdasarkan gambar di atas dapat dilihat bahwa seluruh pengamatan berada dalam batas diagram kendali atau tidak ada yang berada di luar batas kendali. Akan tetapi diagram kendali tersebut tidak bisa dikatakan proses dalam keadaan terkendali karena ada tujuh pencaran titik yang terletak pada belahan sisi yang sama dari diagram kendali.

Perbandingan S-chart Dengan S-lognormal

Dari kedua diagram kendali tersebut dengan metode yang berbeda dapat dilihat bahwa diagram kendali S-lognormal lebih sensitif dalam memantau standar deviasi, dan lebih cepat melihat adanya pergeseran variabilitas yang tinggi dengan melihat bahwa ada 7 titik sampel yang menyebabkan proses dalam keadaan tidak terkendali. Tetapi variasi tersebut tidak terlalu mempengaruhi proses karena titik sampel masih berada di dalam batas kendali atas dan batas kendali bawah sehingga tidak perlu dicari penyebab variasinya.

D. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian sebagai berikut:

1. Pada diagram kendali S-chart diaplikasikan pada data *pH* instalasi pengolahan air minum Batu Ampar Balikpapan Kalimantan Timur. diperoleh BKA = 0,0166, Pusat = 0,0077 dan BKB = 0 pada revisi pertama. Berdasarkan batas kendali tersebut pada tahap II dapat menggambarkan seluruh data berada di dalam batas kendali.
2. Hasil pembentukan diagram kendali *S-Lognormal* diperoleh BKA = 7,21, Pusat = 5,97 dan BKB = 4,74. Berdasarkan batas kendali tersebut pada tahap II dapat menggambarkan titik sampel berada dalam batas kendali, akan tetapi tidak bisa dikatakan proses dalam keadaan terkendali karena ada tujuh pencaran titik yang terletak pada belahan sisi yang sama dari diagram kendali.
3. Dari kedua diagram kendali tersebut dengan metode yang berbeda dapat dilihat bahwa diagram kendali S-lognormal lebih sensitif dalam memantau standar deviasi, dan lebih cepat melihat adanya pergeseran variabilitas dengan melihat bahwa ada 7 titik sampel yang menyebabkan proses dalam keadaan tidak terkendali. Hal tersebut tidak terlalu mempengaruhi proses karena titik sampel masih berada di dalam batas kendali atas dan batas kendali bawah sehingga tidak perlu dicari penyebab variasinya.

Saran

Saran yang dapat dikemukakan dalam penulisan skripsi ini antara lain: Disarankan kepada pihak perusahaan untuk dapat menggunakan prosedur pembentukan diagram kendali *S* dan *S-Lognormal* untuk mengetahui sampel *pH* air yang diolah melalui instalasi pengolahan air minum telah berada di dalam atau di luar batas kendali.

Daftar Pustaka

- Huang, W. H., Wang, H., & Yeh, A. B. (2016). Control charts for the log-normal mean. *Quality and Reliability Engineering International*, 32, 1407–1416.
- Irwan dan Didi Haryono. 2015. Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Teoritis dan Aplikatif). Bandung: Alfabeta.
- Montgomery, D. C. (2013). *Statistical Quality Control* (7th ed.). Hoboken, NJ: JohnWiley & Sons.

- Montgomery, D.C. (2009). *Introduction to Statistical Quality Control : 6th Edition*. New York : John Wiley and Sons, inc.
- Muchlis, D. 2010. *Pengendalian Kualitas Statistika*, Pustaka Ceria. Bandung.
- Sunendiari, S. (2010). *Statistika Matematika-1*. Bandung : Pustaka Ceria.
- Tang, S., & Yeh, A. B. (2016). Approximate confidence intervals for the log-normal standard deviation *Quality and Reliability Engineering International*, 32, 715–725.