

PENERAPAN *STATISTICS PROCESS CONTROL* DALAM PENGAMATAN SIFAT FISIKA DAN KIMIA AIR BUANGAN DARI *AIR CONDITIONING* (AC)

Titik Indrawati¹ dan Nunung Isnaini Dwi Ningsih²

¹Laboratorium Lingkungan, Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Jl. Dr. Suparno 63 Grendeng, Purwokerto, Jawa Tengah, 63122,

²Pusat Laboratorium Terpadu, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri (UIN) Syarif Hidayatullah Jakarta, Jl. Ir. Juanda 95 Ciputat, Tangerang, Banten, 15419
E-mail: tindrawati293@gmail.com¹, nunung_isnaini@uinjkt.ac.id²

Abstract

Statistics Process Control (SPC) is a tool used for on-line quality control in mass production. Control Charts or control charts are selected from statistical sampling theory that is effectively applied in SPC. This paper will explain the function and method of applying one of the tools in SPC to observe the physical and chemical properties of wastewater from air conditioner (AC). The physical and chemical properties observed were TDS, pH, DHL, temperature, and turbidity. The results of the application of SPC by using the control chart shows that the control chart makes it easy for the observer to do the analysis process of the observation data. The results obtained can be taken from SPC on the observation of the physical and chemical properties of AC waste water in the Environmental Laboratory of the Faculty of Biology, Jenderal Soedirman University, namely the average value of each parameter, namely TDS = (4.85 mg / L), pH = 6.53, DHL = 0.00117 (ms), temperature = 23.3C, Turbidity = 0.4265 (NTU). Referring to the requirements of distilled water, the AC waste water is still suitable for use as a substitute for distilled water. The plotting of data on the Xbar-chart TDS data, pH, and Turbidity is within the control limit with a confidence level of 99%, while the Temperature and DHL data are within the control limit with a 95% confidence level. While the results of plotting the data on the Rbar-chart of TDS, DHL, and Temperature data are within the control limits with a 99% confidence level, while the pH and Turbidity data are within the control limits with a 95% confidence level.

Keywords: *Statistics Process Control (SPC), Control Chart, Air Conditioning (AC)*

PENDAHULUAN

Saat ini bukan hanya perkantoran akan tetapi masyarakat umum juga telah banyak yang menggunakan *Air Conditioning* (AC). Pada saat operasional, AC akan mengeluarkan limbah berupa air. Limbah AC ini sering terbuang percuma, padahal limbah ini dapat dimanfaatkan sebagai akuades. Akuades adalah air hasil destilasi/ penyulingan sama dengan air murni atau H₂O, kerana H₂O hampir tidak mengandung mineral. Sedangkan air mineral adalah pelarut yang universal. Oleh karena itu air dengan mudah menyerap atau melarutkan berbagai partikel yang ditemuinya dan dengan mudah menjadi tercemar.

Akuades bermanfaat untuk kegiatan pendidikan dan lainnya. Dalam dunia pendidikan akuades digunakan untuk kegiatan praktikum seperti praktikum kimia, biologi dan juga untuk keperluan penelitian. Akuades dapat diperoleh di pasaran dengan mudah hanya saja jika keperluannya tinggi maka biaya yang dikeluarkan juga cukup besar. Laboratorium dapat memproduksi sendiri akuades untuk kebutuhannya dengan menggunakan alat khusus pembuatan aquades. Proses pembuatannya tidak terlalu rumit, akan tetapi memerlukan waktu yang cukup lama dan sumber daya yang cukup besar (air dan listrik).

Sifat dari akuades yaitu merupakan hasil air sulingan yang murni dan tidak mengandung kandungan logam-logam ataupun anion, dan mempunyai pH 7 atau netral. Karena akuades merupakan air murni yang sering disebut dengan liquid. Air buangan dari AC atau limbah AC tidak mempunyai kandungan apa, baik itu kation (logam-logam berbahaya) ataupun anion,

serta mempunyai pH 7 atau netral. Berdasarkan kesamaan sifat antara air AC dan akuades, maka dapat dinyatakan bahwa air AC dapat digunakan sebagai pengganti akuades.

Salah satu penelitian pengolahan air buangan AC menjadi akuades dengan teknik pertukaran ion telah dilakukan dan hasil pengamatan menunjukkan bahwa air buangan AC setelah dilewatkan melalui kolom penukar ion dapat dimanfaatkan sebagai akuades dikarenakan nilai konduktivitas dan TDS dari akuades yang dihasilkan masih lebih rendah dari nilai konduktivitas untuk akuades standar, yakni sebesar $\leq 5,00 \mu\text{S}$ sementara pH yang dihasilkan hampir sama dengan akuades, sebesar 6,01 – 6,75 (Suwito, 2009).

Statistics Process Control (SPC) merupakan penerapan metode-metode statistik untuk pengukuran dan analisis variasi proses. Penerapan SPC diharapkan dapat membantu dalam analisis dan meminimalisasi penyimpangan, mengevaluasi kemampuan proses, dan membuat hubungan antara konsep dan teknik yang ada untuk mengadakan perbaikan proses. Penelitian analisis pengendalian kualitas pada produk SMS (sumber minuman sehat) dengan metode *Statistics Process Control* (SPC) Studi kasus pada PT. Argrimitra Utama Persada Padang yang menghasilkan bahwa dengan peta X dan R menunjukkan terdapat beberapa data di luar batas kendali yaitu nilai pH, turbidity, Tds yang berarti proses produksi masih belum stabil (Meri, M., Wijaya, H, 2017).

Control Chart adalah grafik yang digunakan untuk mempelajari bagaimana proses berubah seiring waktu. Data diplot dalam urutan waktu. *Control chart* merupakan salah satu dari alat *Quality Control 7 tools* yang berbentuk grafik dan dipergunakan untuk memonitor atau memantau stabilitas dari suatu proses serta mempelajari perubahan proses dari waktu ke waktu. *Control Chart* memiliki *Upper Line* (garis atas) untuk *Upper Control Limit* (Batas Kontrol tertinggi), *Lower Line* (garis bawah) untuk *Lower control limit* (Batas control terendah) dan *Central Line* (garis tengah) untuk Rata-rata (Average) (Kho, 2016)).

Banyak penelitian yang telah membuktikan bahwa SPC sangat membantu dalam menghasilkan kualitas data. Penelitian penggunaan grafik kendali rata-rata bergerak geometri dengan mengukur tingkat kualitas pH air mineral memberikan hasil bahwa pH air sesuai dengan standar berdasarkan permenkes tentang persyaratan kualitas air minum (Latif, 2017).

Berdasarkan uraian di atas, maka menarik kiranya menerapkan SPC untuk mengamati sifat fisika dan kimia dari air buangan AC dengan menggunakan salah satu *tools* dalam *quality control* yaitu *control chart*. Tujuan dari penelitian ini adalah memberikan gambaran proses SPC dengan *control chart* dan menginterpretasi hasil yang diperoleh

BAHAN DAN METODE

Penelitian dan pengambilan sampel dilakukan di Laboratorium Lingkungan Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman. Sampel adalah air buangan AC yang ada di Laboratorium Lingkungan. Jumlah sampel yang diambil sebanyak 10 liter setiap seminggu sekali selama 20 minggu. Tiap sampel diukur TDS, pH, DHL, Suhu dan Kekeruhannya. Pengukuran masing-masing parameter diulang 3 kali (repetabilitas) yang kemudian di rata-rata sehingga didapat 20 data rata-rata pengamatan dari 5 parameter tersebut. Pengolahan data dilakukan dengan menghitung nilai rata-rata sampel dari setiap observasi, menghitung nilai rata-rata keseluruhan sampel, menghitung nilai konstanta dan plotting data dalam grafik menggunakan Ms. Excel

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data pengamatan berupa sifat fisika dan kimia air yaitu TDS(mg/L), pH, DHL(ms), suhu ($^{\circ}\text{C}$), dan kekeruhan (NTU). Proses pencatatan dilakukan secara periodik selama kurang lebih 4 (empat) bulan, terhitung dari bulan April sampai dengan September 2018. Pencatatan data dilakukan rutin setiap hari Selasa pada tiap bulannya. Setiap pengamatan dilakukan

dalam 1 (satu) kali dengan pengulangan 3 (tiga) kali dan dicatat secara manual dalam kertas/form.

Melalui plotting data ke dalam grafik peta kendali atau *control chart* dapat memudahkan pengamat dalam mengevaluasi air hasil buangan AC dalam setiap waktunya, sehingga apabila dalam kurun waktu tertentu didapati nilai yang tidak sewajarnya maka air buangan tersebut dinyatakan tidak dapat digunakan atau dapat digunakan kembali.

Pengamatan dalam *control chart* dilakukan dengan melihat nilai-nilai yang melampaui batas yang telah ditentukan. Pada makalah ini batas-batas/limit ditentukan dari rumus yang berlaku umum pada teori SPC, yaitu untuk Upper Control Limit (UCL) atau batas atas dihitung, dan untuk Lower Control Limit (LCL) atau batas bawah. Nilai yang keluar dari area UCL dan LCL dapat dianggap nilai yang tidak diinginkan. Jika mengacu pada data yang ada maka pengamat akan melihat data tersebut dengan detail dianalisis waktu dan nilai hasil pencatatan data tersebut.

Berikut penyajian data pengamatan sifat fisika dan kimia dari air buangan AC yang telah diaplikasikan pada *control chart*.

A. Perhitungan nilai rata-rata (\bar{X}), standar deviasi (σ), Upper Limit Control (UCL), Lower Limit Control (LCL).

Berdasarkan nilai pengamatan dari setiap sifat fisika dan kimia air buangan AC dilakukan perhitungan:

1. Nilai rata-rata (\bar{X})
2. Perhitungan standar deviasi (σ)
3. Untuk membuat \bar{X} maka :
 - a) perhitungan Upper Limit Control (UCL), dengan rumus perhitungan $UCL = \bar{X} + 3\sigma$
 - b) Perhitungan Lower Limit Control (LCL), dengan rumus perhitungan $LCL = \bar{X} - 3\sigma$
4. Untuk membuat R maka :
 - a) Hitung nilai rata-rata R
 - b) Perhitungan standar deviasi (σ) dari R
 - c) perhitungan Upper Limit Control (UCL), dengan rumus perhitungan $UCL = R + 3\sigma$
 - d) Perhitungan Lower Limit Control (LCL), dengan rumus perhitungan $LCL = R - 3\sigma$

Salah satu contoh perhitungan untuk analisis pengendalian kualitas data pengamatan nilai TDS dari perhitungan untuk \bar{X} -chart. Diperoleh nilai $\bar{X} = 4,85$ dan $\sigma = 1,698$. Sehingga batas-batas kendalinya sebagai berikut :

- a. Batas kendali \bar{X} untuk garis CL (*Control Limit*) = $x = 4,85$
- b. Batas kendali atas atau UCL (*Upper Control Limit*) = $\bar{X} + 3\sigma = 4,85 + (3 \times 1,698) = 9,944$.
- c. Batas kendali bawah atau LCL (*Upper Control Limit*) = $\bar{X} - 3\sigma = 4,85 - (3 \times 1,698) = -0,244$.

Kemudian contoh perhitungan untuk analisis pengendalian kualitas data pengamatan nilai TDS dari perhitungan untuk R -chart. Diperoleh nilai $R = 0,27$ dan $\sigma = 0,439$. Sehingga batas-batas kendalinya sebagai berikut :

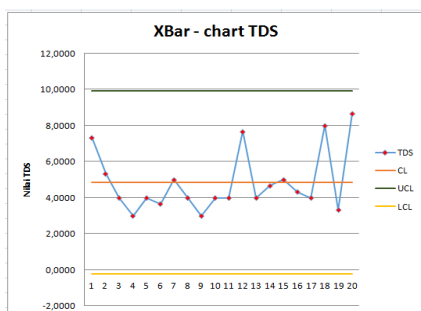
- a. Batas kendali R untuk garis CL (*Control Limit*) = $x = 0,27$
- b. Batas kendali atas atau UCL (*Upper Control Limit*) = $R + 3\sigma = 0,27 + (3 \times 0,439) = 1,586$
- c. Batas kendali bawah atau LCL (*Upper Control Limit*) = $R - 3\sigma = 0,27 - (3 \times 0,439) = -1,046$.

Tabel 1, merupakan data rata-rata dari masing-masing parameter yang diamati, kemudian diolah dengan menggunakan Ms. Excel untuk mendapatkan nilai standar deviasi, Range, CL, UCL, dan LCL.

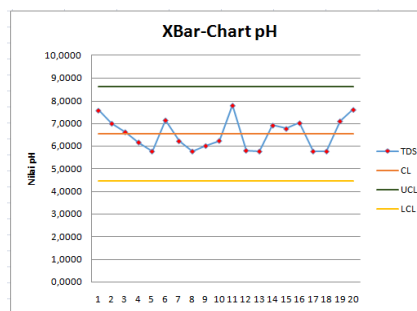
Tabel 1. Data Hasil Pengamatan

No sampel	TDS	pH	DHL	Suhu	Kekeruhan
1	7,3333	7,5733	0,00000	24,0	0,2133
2	5,3333	6,9933	0,00000	23,0	0,3167
3	4,0000	6,6167	0,00066	23,0	0,2867
4	3,0000	6,1633	0,00033	23,3	0,2933
5	4,0000	5,7633	0,00170	23,0	0,5733
6	3,6667	7,1400	0,00267	23,0	0,3733
7	5,0000	6,2167	0,00230	23,0	0,6600
8	4,0000	5,7633	0,00170	23,0	0,5733
9	3,0000	6,0067	0,00530	26,0	0,5733
10	4,0000	6,2333	0,00000	23,0	0,2933
11	4,0000	7,7933	0,00000	23,0	0,2533
12	7,6667	5,8000	0,00000	23,0	0,5433
13	4,0000	5,7633	0,00167	23,0	0,5733
14	4,6667	6,9100	0,00100	23,3	0,3500
15	5,0000	6,7633	0,00067	23,0	0,4067
16	4,3333	7,0133	0,00000	23,3	0,5700
17	4,0000	5,7633	0,00170	23,0	0,5733
18	8,0000	5,7633	0,00170	23,0	0,5733
19	3,3333	7,0967	0,00160	23,0	0,2367
20	8,6667	7,6067	0,00030	23,3	0,2933
Rata-Rata	4,8500	6,5372	0,00117	23,3	0,4265
Satuan	mg/L	-	mS	°C	NTU

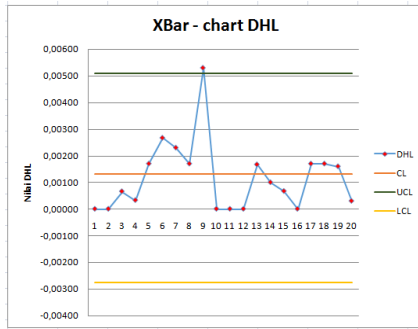
Selanjutnya setelah melalui proses perhitungan maka dilakukan plotting data ke dalam bentuk grafik Xbar dan Rbar, sebagai berikut.



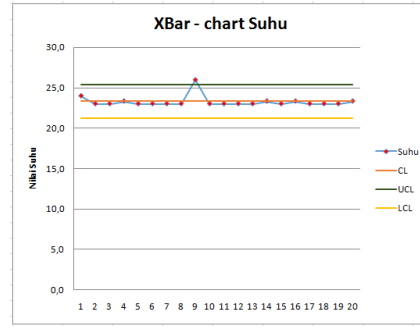
(a)



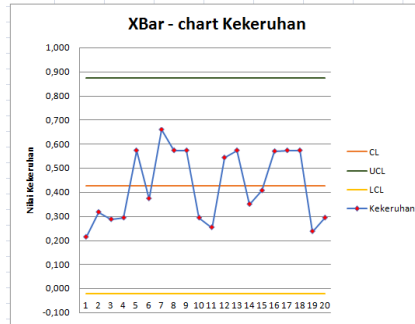
(b)



(c)

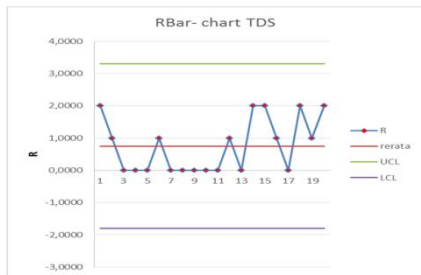


(d)

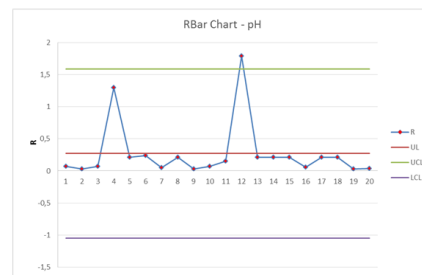


(e)

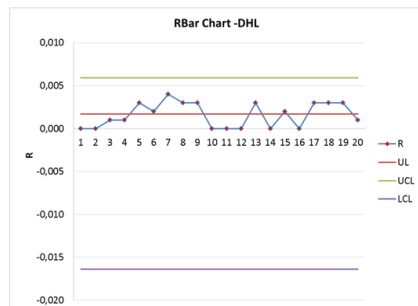
Gambar 1. Hasil Penerapan SPC XBar Data Pengamatan Sifat Fisika dan Kimia Air Buangan AC, (a) Pengamatan TDS (mg/L), (b) Pengamatan pH, (c) Pengamatan DHL (ms), (d) Pengamatan Suhu, dan (e) Pengamatan Kekeruhan (NTU)



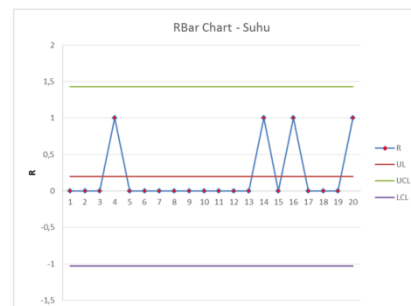
(a)



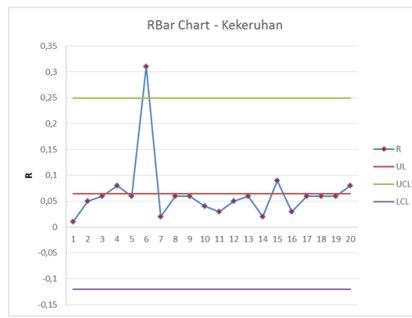
(b)



(c)



(d)



(e)

Gambar 2. Hasil Penerapan SPC RBar Data Pengamatan Sifat Fisika dan Kimia Air Buangan AC, (a) Pengamatan TDS (mg/L), (b) Pengamatan pH, (c) Pengamatan DHL (ms), (d) Pengamatan Suhu, dan (e) Pengamatan Kekeruhan (NTU)

B. Analisis Hasil

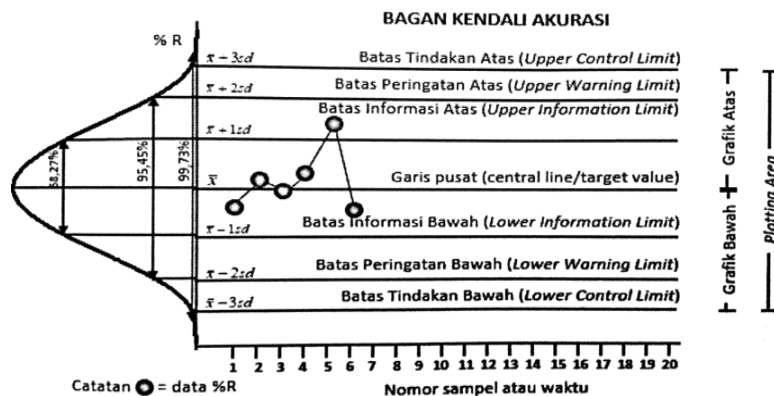
Berdasarkan hasil percobaan yang kemudian dirata-rata maka didapatkan hasil pada tabel 1. Masing-masing sifat fisika dan kimia dari air buangan AC tersebut mengacu pada standar yang diperbolehkan seperti dalam tabel 2.

Tabel 2. Parameter Fisika Air Buangan AC (Sumber: (Hari, 2016))

Parameter	Standar yang diperbolehkan
Bau	Tidak Berbau
TDS (mg/L)	500
Kekeruhan (NTU)	5
Suhu OC	Suhu udara ± 3
Rasa	Tidak Berasa
pH	6.5 -6.8

Dengan demikian hasil percobaan yang diperoleh masih dibawah standar yang diperbolehkan untuk bisa dibuang atau dimanfaatkan menjadi air akuades karena beberapa metode pengujian baku juga mensyaratkan penggunaan akuades dengan DHL < 2 mS dan pH 6-7.

Pada hasil plotting data yang diperoleh pada bagan kendali X yang disajikan pada gambar 1 maka dapat dinyatakan bahwa data TDS, pH, dan Kekeruhan berada dalam batas kendali dengan tingkat kepercayaan 99%, sedangkan data Suhu dan DHL berada dalam batas kendali dengan tingkat kepercayaan 95%. Sesuai dengan bagan kendali R dapat dinyatakan bahwa data TDS, DHL, dan Suhu berada dalam batas kendali dengan tingkat kepercayaan 99%, sedangkan data pH dan Kekeruhan berada dalam batas kendali dengan tingkat kepercayaan 95%.



Gambar 3. Format dasar bagan kendali (Sumber Anwar hadi, 2018)

Jika diasumsikan bahwa data hasil pengendalian mutu pengujian yang diplotkan ke bagan kendali merupakan distribusi normal, probabilitas pola sebaran data hasil pengujian mengikuti kurva distribusi normal seperti gambar 3. Daerah $x \pm 3$ sd memiliki tingkat kepercayaan 99,73% yang berarti bahwa 0,27% data hasil pengujian yang diplotkan ke bagan kendali diatas batas tindakan atas atau dibawah batas tindakan bawah. (Anwar 2018).

Hasil analisis data menunjukkan bahwa data hasil pengukuran masih dalam batas pengendalian mutu karena tidak ada data yang menunjukkan kecenderungan khusus, yaitu suatu keadaan dimana tidak terjadi kecenderungan menuju ketidaksesuaian dalam proses pengendalian. Ketidaksesuaian itu ketika data berada diatas atau dibawah batas tindakan. Apabila itu terjadi maka akan sesegera mungkin dapat dilakukan identifikasi akar penyebab permasalahan sekaligus melakukan tindakan perbaikan sehingga tidak terjadi penyimpangan kualitas.

Berdasarkan tujuan penelitian dalam makalah ini maka dapat disimpulkan bahwa seluruh parameter dari air buangan AC tersebut masih memenuhi persyaratan sebagai pengganti akuades dan berada dalam keadaan terkendal/terkontrol kualitasnya . Hal ini, didukung oleh nilai yang di dapat disesuaikan dengan standar acuan yang digunakan. Bagan kendali/*control chart* memudahkan dalam pengamatan sifat fisika dan kimia sebagai pengendalian kualitas dari air buangan AC.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh maka yang bisa diambil dari analisis *statsitital process control* (SPC) pada pengamatan sifat fisika dan kimia air buangan AC di Laboratorium Lingkungan Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman, yaitu :

1. Nilai rata-rata dari masing-masing parameter, yaitu TDS = (4.85 mg/L), pH = 6.54, DHL = 0.00117 (ms), suhu = 23,3⁰C, Kekeruhan= 0,43 (NTU)
2. Sesuai dengan Xbar-chart data TDS, pH, dan Kekeruhan berada dalam batas kendali dengan tingkat kepercayaan 99%, sedangkan data Suhu dan DHL berada dalam batas kendali dengan tingkat kepercayaan 95%.
3. Sesuai dengan Rbar-chart data TDS, DHL, dan Suhu berada dalam batas kendali dengan tingkat kepercayaan 99%, sedangkan data pH dan Kekeruhan berada dalam batas kendali dengan tingkat kepercayaan 95%.
4. Air buangan AC tersebut bisa digunakan sebagai akuades

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Dekan Fakultas Biologi dan Kepala Laboratorium Lingkungan Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman yang telah mengijinkan kami untuk melakukan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Acilstemba. (2011, 12 Desember). <https://acilstemba.wordpress.com/>. Retrieved September 3, 2018, from <https://acilstemba.wordpress.com/2011/12/21/>: <https://acilstemba.wordpress.com/2011/12/21/pemanfaatan-air-ac-sebagai-pengganti-aquadest/>
- Bramwell, D. (2013). An Introduction to Statistical Process Control in Research Proteomics. *Journal of Proteomics* 95, 3 -21.
- Hari, B. A. (2016). Studi Pemanfaatan kondesat Air Conditioning (AC) Menjadi Air Layak Minum). *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan*.

- <http://asq.org/>. (n.d.). Retrieved September 20, 2018, from <http://asq.org/learn-about-quality/data-collection-analysis-tools/overview/control-chart.html>
- Kho, B. (2016, Agustus 9). <https://ilmumanajemenindustri.com/>. Retrieved September 22, 2018, from <https://ilmumanajemenindustri.com/pengertian-control-chart-peta-kendali-dan-tahapan-membuatnya/>
- Latif, N. (2017). Penggunaan Grafik Kendali Rata-rata Bergerak Geometri dalam Mengukur Tingkat Kualitas pH Air Mineral. Jurusan Matematika Universitas Islam Negeri Alaudin Makasar.
- Meri, M., Wijaya, H. (2017). Analisis Pengendalian Kualitas Pada Produk SMS (Sumber Minuman Sehat) dengan Metode Statistical Process Control (SPC) Studi Kasus Pada PT. Agrimitra Persada Padang. Jurnal Teknologi Vol. 7 E-ISSN: 2541-1535, ISSN : 2301-4474, 119-126.
- Suwito, d. (2009). Pengolahan Air Buangan AC Menjadi Akuades dengan Teknik Pertukaran Ion. Jawa Tengah: Jurusan Kimia Universitas Diponegoro.
- Hadi, A., Asiah (2018). Statistika Pengendalian Mutu Internal Mendukung Penerapan ISO/IEC 17025:2017. Jakarta: Penerbit IPB Press.