

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Kualitas Air Sungai**

##### **2.1.1. Pengertian Air Sungai**

Sungai merupakan salah satu air permukaan yang merupakan sumber air untuk kehidupan, peranan sungai sangat penting sehingga harus dipelihara dengan baik (Tanjung dkk, 2022). Sungai memiliki komponen yang berperan penting dalam menunjang keberlanjutan kehidupan sungai. Air sungai merupakan sumber daya alam yang digunakan untuk memenuhi hajat hidup orang banyak sehingga perlu dilakukan perlindungan agar dapat bermanfaat bagi kehidupan makhluk hidup maupun manusia.

Air bersih adalah salah satu jenis sumber daya berbasis air yang bermutu baik dan biasa dimanfaatkan oleh manusia untuk dikonsumsi atau dalam melakukan aktivitas sehari-hari. Air bersih akan memberi petunjuk akan kualitas air, rasa air yang bersih biasanya tidak memberikan rasa atau tawar. Air yang tidak tawar menunjukkan kehadiran berbagai zat yang dapat membahayakan kesehatan. Warna, air sebaiknya tidak berwarna untuk alasan estetis dan untuk mencegah keracunan dari berbagai zat kimia maupun mikroorganisme yang berwarna.

Air yang berkualitas merupakan air minum yang memenuhi persyaratan biologi, fisika dan kimia serta sudah melalui proses pengolahan ataupun tanpa adanya proses pengolahan. Ekosistem sungai mempunyai ciri khas yaitu aliran satu arah dari hulu ke hilir sungai dan tidak bermuara ke laut. Sungai dan saluran-salurannya adalah bagian yang tidak terpisahkan dengan daerah alirannya.

##### **2.1.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kualitas Air**

Faktor-faktor yang mempengaruhi berkurangnya kualitas air antara lain :

1. TDS (*Total Dissolved Solid*) merupakan jumlah zat padat terlarut berupa ion-ion organik senyawa, maupun koloid didalam air (WHO, 2003). Konsentrasi TDS yang terionisasi dalam suatu zat cair mempengaruhi konduktivitas listrik zat cair tersebut. Makin tinggi

konsentrasi TDS yang terionisasi dalam air, makin besar konduktivitas listrik larutan tersebut. Konsentrasi TDS dalam air minum melebihi batas ambang yang diperbolehkan dapat membahayakan kesehatan. Menurut WHO (*World Health Organization*), air minum yang layak dikonsumsi memiliki kadar TDS  $< 300$  ppm (*parts per million*). Sedangkan menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 492 tahun 2010 menyatakan standar TDS maksimum yang diperbolehkan adalah 500 mg/liter atau 500 ppm (Zamora, 2015). Sedangkan baku mutu parameter fisika TDS yaitu 1000 mg/L (Badan Wilayah Sungai, 2023).

2. DO (*Dissolved Oxygen*) adalah Oksigen terlarut yang merupakan indikator penentu kualitas air. Semakin tinggi kandungan DO semakin baik kualitas air. Minimum kandungan oksigen terlarut dalam kondisi normal dan tidak tercemar adalah 2 ppm. Semakin tinggi kandungan oksigen dalam air maka semakin baik kualitas air tersebut. Kandungan oksigen terlarut yang ideal selama waktu 8 jam dengan tingkat kejenuhan 70% dan tidak boleh kurang dari 1,7 ppm (Yuliantari dkk, 2021). Sedangkan baku mutu parameter kimia DO yaitu 6 mg/L (Badan Wilayah Sungai, 2023).
3. BOD (*Biological Oxygen Demand*) adalah suatu karakteristik yang menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme (biasanya bakteri) untuk mengurai atau mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik. Ditegaskan lagi oleh Boyd (1990), bahwa bahan organik yang terdekomposisi dalam BOD adalah bahan organik yang siap terdekomposisi (*readily decomposable organic matter*). BOD menyatakan jumlah oksigen, tetapi untuk gambaran jumlah bahan organik mudah urai (*biodegradable organics*) yang ada di perairan (Atima, 2015). Sedangkan baku mutu parameter kimia BOD yaitu 2 mg/L (Badan Wilayah Sungai, 2023).
4. TSS (*Total Suspended Solid*) adalah material tersuspensi (diameter  $> 1 \mu\text{m}$ ) yang tertahan pada saringan milipore dengan diameter pori

0,45  $\mu\text{m}$  atau lebih besar dari ukuran partikel koloid. Pengamatan sebaran TSS sering digunakan untuk mengetahui kualitas air di suatu perairan, karena nilai TSS yang tinggi menunjukkan tingginya pencemaran dan menghambat penetrasi cahaya yang masuk ke dalam air. Secara normal TSS didalam air berkisar kurang dari 1 g/liter. Analisa TSS digunakan sebagai metode untuk mengetahui jumlah dan sebaran material tersuspensi pada suatu daerah perairan. TSS adalah salah satu parameter yang digunakan untuk pengukuran kualitas air. Pengukuran TSS berdasarkan pada berat kering partikel yang terperangkap oleh filter. Analisis Statistik salah satu metode yang digunakan untuk melakukan pendugaan nilai kandungan TSS di Perairan dengan menggunakan regresi dan korelasi (Ma'arif dan Hidayah, 2020). Sedangkan baku mutu maksimum parameter kimia TSS yaitu 50 mg/L (Badan Wilayah Sungai, 2023).

5. Minyak Lemak adalah kandungan minyak dan lemak turut menurunkan kualitas airnya. Kandungan minyak dan lemak yang berlebih di perairan akan mengurangi penetrasi cahaya dan oksigen ke dalam air sehingga menghambat laju pemurnian alami. Baku mutu maksimum parameter kadar minyak lemak yaitu 1000 mg/L (Badan Wilayah Sungai, 2023).

Berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas air sungai, maka berdasarkan standar kualitas baku mutu kualitas air sungai yang ditetapkan oleh Badan Wilayah Sungai II Sumatera Utara adalah ;

Tabel 2.1 Standar Kualitas Baku Mutu Kualitas Air Sungai

NO.	Parameter	Baku Mutu	Satuan
1	TDS	1000	mg/L
2	DO	6	mg/L
3	BOD	2	mg/L
4	TSS	50	mg/L
5	Minyak Lemak	1000	mg/L

### **2.1.3 Konsep Pengendalian Kualitas**

Pengendalian mutu atau kualitas adalah suatu sistem kendali yang efektif untuk mengoordinasikan penjagaan kualitas. Pengertian atau definisi kualitas mempunyai cakupan yang sangat luas, relatif, berbeda-beda dan berubah-ubah. Pelestarian dan pengendalian terhadap kualitas air sungai dilakukan untuk menjaga dan memelihara kualitas air sungai agar dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan sesuai dengan tingkat mutu air yang diinginkan. Salah satu upaya pengelolaan kualitas air sungai yakni dengan upaya pengendalian pencemaran air sehingga kualitas air dapat memenuhi baku mutu.

### **2.1.4 Peraturan Pemerintah tentang Pengelolaan Kualitas dan pengendalian Kualitas Sungai**

Dalam Peraturan Pemerintah Nomor 38 tahun 2022 dijelaskan mengenai pengelolaan sumber daya air sebagaimana yang dimaksud dalam pasal butir ke-4 yang menjelaskan pengelolaan sumber daya air adalah upaya merencanakan, melaksanakan, memantau, dan mengevaluasi penyelenggaraan konservasi sumber daya air, pendayagunaan sumber daya air, dan pengendalian daya rusak air. Pengelolaan sungai sebagaimana dimaksud dalam pasal 3 ayat 2 dilakukan oleh Pemerintah, Pemerintah Provinsi, atau Pemerintah Kabupaten/Kota sesuai dengan kewenangannya. Pasal 19 ayat 1 dijelaskan pengelolaan sungai dilakukan dengan melibatkan instansi teknis dan unsur masyarakat terkait serta berdasarkan norma, standar, pedoman, dan kriteria yang ditetapkan oleh Menteri.

Dalam pengelolaan kualitas air sungai secara umum meliputi pencemaran yang dilakukan oleh instansi maupun non-istansi. Upaya yang dilakukan pemerintah dalam pengendalian pencemaran air adalah melalui Program Kali Bersih (PROKASIH) untuk menurunkan beban limbah cair khususnya yang berasal dari kegiatan usaha skala menengah dan besar, serta dilakukan secara bertahap untuk mengendalikan beban pencemaran dari sumber-sumber lainnya. Program ini juga berusaha untuk menata pemukiman di bantaran sungai dengan melibatkan masyarakat setempat (KLHK RI, 2017).

## 2.2 *Statistical Quality Control (SQC)*

### 2.2.1 *Pengertian Statistical Quality Control (SQC)*

Menurut R.Ratnadi & Erlian (2020), *Statistical quality control (SQC)* adalah teknik yang digunakan untuk mengendalikan dan mengelola proses baik manufaktur maupun jasa melalui menggunakan metode statistik. Pengendalian kualitas statistik merupakan teknik penyelesaian masalah yang digunakan untuk memonitor, mengendalikan, menganalisis, mengelola dan memperbaiki produk dan proses menggunakan metode-metode statistik.

Pengendalian kualitas statistik merupakan teknik statistika yang diperlukan untuk menjamin dan meningkatkan kualitas produk. Pengendalian kualitas statistik (*statistical quality control*) secara garis besar digolongkan menjadi dua, yakni pengendalian proses statistik (*statistical process control*) atau juga sering disebut *control chart* dan rencana penerimaan sampel produk atau yang sering dikenal dengan *acceptance sampling*.

### 2.2.2 *Peta Kendali Statistical Quality Control (SQC)*

Peta kendali adalah suatu metode yang secara grafis digunakan untuk memonitor dan mengevaluasi apakah suatu aktivitas/proses berada dalam pengendalian kualitas secara statistika atau tidak sehingga dapat memecahkan masalah dan menghasilkan perbaikan kualitas. Diagram kendali menunjukkan adanya perubahan data dari waktu ke waktu, tetapi tidak menunjukkan penyebab penyimpangan meskipun penyimpangan itu akan terlihat pada peta kendali. *Demerit* berasal dari kata Bahasa Inggris yang berarti cela, kekurangan, kecacatan.

Analisis SQC yaitu peta kendali (*control chart*) yang digunakan untuk mengetahui batasan pengawasan mutu. Peta kendali tersebut digunakan untuk mengetahui tingkat kecacatan dari suatu produk jika ada yang mengalami keluar garis *Upper Control Limit (UCL)* dan *Lower Control Limit (LCL)*. Dalam proses pengendalian kualitas, berbagai jenis cacat yang ditetapkan bisa saja terjadi. Jenis cacat ini ada yang bisa ditolerir dan ada yang tidak bisa ditolerir. Kondisi seperti inilah yang membuat harus adanya klasifikasi jenis cacat berdasarkan bobotnya dengan menggunakan metode peta kendali (Montgomery, 2018).

Menentukan kerusakan rata-rata menurut Rochmah (2022) :

$$P = \frac{x}{n}$$

Keterangan :

$P$  : Persentase kerusakan produk (%/tahun)

$x$  : Jumlah produk rusak

$n$  : Jumlah produksi selama periode

Menentukan standar deviasi atau penyimpangan :

$$SP = \sqrt{\frac{P(1-P)}{n}}$$

Keterangan :

$P$  : Persentase kerusakan produk (%/tahun)

$Sp$  : Standar deviasi atau penyimpangan

$n$  : Rata-rata produksi selama periode

Garis pusat (*Central Line*) merupakan rata-rata kerusakan produk ( $p$ ) yang dirumuskan sebagai berikut :

$$CL = \frac{\sum \bar{X}}{\sum n}$$

$\sum \bar{X}$  = Jumlah total yang rusak

$\sum n$  = Jumlah total yang diperiksa

Untuk menentukan batasan pengawasan terdapat dua jenis batasan, yaitu batasan pengawasan atas dan batasan pengawasan bawah :

a. Peta Kendali  $\bar{X}$

1. Batas Kendali (*Central Line* = CL)

$$CL = \frac{\sum \bar{X}}{n}$$

2. Batasan pengawasan atas (*Upper Control Limit* = UCL)

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2R$$

Dimana  $R = \frac{R_{(\max - \min)}}{n}$

3. Batas pengawasan bawah (*Lower Control Limit = LCL*)

$$LCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} - A_2 R$$

Keterangan :

$CL$  : Batas kendali

$UCL_{\bar{x}}$  : Batas pengawasan atas

$LCL_{\bar{x}}$  : Batas pengawasan bawah

$A_2$  : Nilai konstanta yang digunakan dalam membuat peta kendali  $\bar{X}$  chart

$Sp$  : Standar deviasi.

Jika terdapat data yang keluar batas kendali UCL ataupun LCL, maka data perlu direvisi menggunakan rumus :

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{X} - Xd}{g - gd}$$

Keterangan :

$\bar{\bar{X}}$  : total seluruh  $x$

$Xd$  : nilai  $x$  yang keluar dari batas kendali

$g$  : jumlah tanggal pada sampel

$gd$  : jumlah sampel yang keluar dari batas kendali

Kemudian menentukan  $\sigma_0$  dengan menggunakan rumus :

$$\sigma_0 = \frac{R}{d_2}$$

Keterangan :

$\sigma_0$  : simpangan baku

$d_2$  : nilai konstanta untuk mengestimasi nilai sigma

Setelah mendapatkan nilai  $\sigma_0$  selanjutnya menentukan batas kendali atas dan batas kendali bawah terbaru dengan rumus berikut :

$$UCL_x = \bar{\bar{X}} + A \times \sigma_0$$

$$LCL_x = \bar{\bar{X}} - A \times \sigma_0$$

Dengan :

$A$  : Nilai konstanta sebesar 1,23.

b. Pada Peta Kendali  $R$ 

1. Batasan pengawasan atas (
- Upper Control Limit*
- = UCL)

$$UCL_R = R \times D_4$$

2. Batas pengawasan bawah (
- Lower Control Limit*
- = LCL)

$$LCL_R = R \times D_3$$

Keterangan :

 $UCL_R$  : Batas pengawasan atas  $R$  $LCL_R$  : Batas pengawasan bawah  $R$  $D_4$  : Nilai konstanta yang digunakan dalam membuat peta kendali  $R$  chart $D_3$  : Nilai konstanta pada digunakan dalam membuat peta kendali  $R$  chart

Jika terdapat data yang keluar batas kendali UCL ataupun LCL, maka data perlu direvisi menggunakan rumus :

$$\bar{\bar{R}} = \frac{R - Rd}{g - gd}$$

Selanjutnya menentukan batas kendali atas dan batas kendali bawah terbaru dengan rumus berikut :

$$UCL_R = \bar{\bar{R}} + A \times \sigma_0$$

$$LCL_R = \bar{\bar{R}} - A \times \sigma_0$$

Berikut adalah nilai tetapan peta kendali :

Tabel 2.2 Nilai konstanta peta kendali

Sample size = m	$A_2$	$A_3$	$d_2$	$D_3$	$D_4$	$B_3$	$B_4$
2	1,880	2,659	1,128	0	3,267	0	3,267
3	1,023	1,954	1,693	0	2,574	0	2,568
4	0,729	1,628	2,059	0	2,282	0	2,266
5	0,577	1,427	2,326	0	2,114	0	2,089
6	0,483	1,287	2,534	0	2,004	0,030	1,970
7	0,419	1,182	2,704	0,076	1,924	0,118	1,882
8	0,373	1,099	2,847	0,136	1,864	0,185	1,815
9	0,337	1,032	2,870	0,184	1,816	0,239	1,761
10	0,308	0,975	3,078	0,223	1,777	0,284	1,716
11	0,285	0,927	3,173	0,256	1,744	0,321	1,679
12	0,266	0,886	3,258	0,283	1,717	0,354	1,646

13	0,249	0,850	3,336	0,307	1,693	0,382	1,618
14	0,235	0,817	3,407	0,328	1,672	0,406	1,594
15	0,223	0,789	3,472	0,347	1,653	0,428	1,572
16	0,212	0,763	3,432	0,363	1,637	0,448	1,552
17	0,203	0,739	3,588	0,378	1,622	0,466	1,534
18	0,194	0,718	3,640	0,391	1,608	0,482	1,518
19	0,187	0,698	3,689	0,403	1,597	0,497	1,503
20	0,180	0,680	3,735	0,415	1,585	0,510	1,490
21	0,173	0,663	3,778	0,425	1,575	0,523	1,477
22	0,167	0,647	3,819	0,434	1,566	0,534	1,466
23	0,162	0,633	3,858	0,443	1,557	0,545	1,455
24	0,157	0,619	3,895	0,451	1,548	0,555	1,445
25	0,153	0,606	3,931	0,459	1,541	0,565	1,435

### 2.2.3 Alat dan Teknik Pengukuran Kualitas

Setelah nilai persentase kerusakan dari nilai CL, UCL, dan nilai LCL. Setelah dilakukan perhitungan terhadap UCL, CL, dan LCL selanjutnya dapat ditampilkan menggunakan alat dasar yang biasanya disebut dengan *seven tools* sebagai tujuh alat dasar yang terbukti sangat efektif untuk mengidentifikasi masalah dan mengimplementasikan nya. Ketujuh alat dasar tersebut adalah sebagai berikut (Fadil dan Rauf, 2022) :

#### 1. Flowchart

*Flowchart* atau diagram alir digunakan untuk melakukan analisis terhadap proses produksi sehingga dapat melakukan peningkatan atau perbaikan proses yang berkesinambungan. *Flowchart* merupakan alat dasar dan mudah dipergunakan, serta sangat bermanfaat bagi suatu perusahaan *manufacturing* dalam mengidentifikasi proses operasionalnya terutama untuk menjelaskan setiap langkah dalam menjalankan proses operasionalnya (Carreira, 2005).

Flowchart berbentuk diagram yang mewakili algoritma atau proses dengan berbagai jenis kotak-kotak dan dihubungkan oleh garis-garis panah sebagai arah alirannya. Di dalam kotak-kotak proses biasanya diberikan label atau judul singkat mengenai proses yang dilakukannya. Berikut ini adalah bentuk atau simbol standar yang sering ditemukan dalam flowchart atau diagram alir :

	Mulai (Awal) / Akhir [ Start / End ]
	Proses / Kegiatan [ Process / Activity ]
	Kondisional / Keputusan [ Conditional / Decision ]
	Arah Aliran [ Flow Direction ]
	Masukan / Keluaran [ Input / Output ]

Gambar 2.1 Simbol-Simbol *Flowchart*  
Sumber : Fadil dan Rauf (2022)

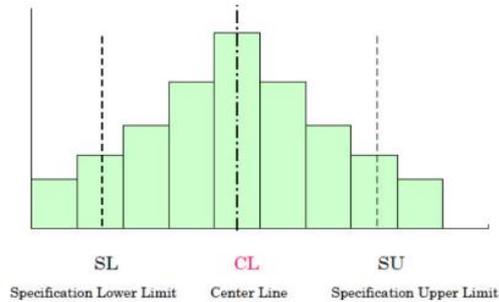
- a. Simbol start atau mulai biasanya dilambangkan dengan oval, lingkaran ataupun koyak yang sudutnya dibulatkan.
- b. Simbol proses atau kegiatan. Simbol untuk proses, langkah, atau kegiatan yang akan dilakukan pada umumnya berbentuk kotak persegi panjang.
- c. Simbol kondisional atau keputusan. Simbol ini biasanya dilambangkan dengan kotak yang berbentuk *diamond*.
- d. Simbol arah aliran.
- e. Simbol arah aliran dilambangkan dengan tanda panah yang menuju proses selanjutnya.
- f. Simbol masukan.
- g. Simbol untuk masukan dan keluaran data dilambangkan dengan kotak yang berbentuk jajaran genjang.

## 2. *Checksheet*

*Checksheet* adalah formulir yang digunakan untuk mengumpulkan data secara terorganisir untuk memvalidasi masalah atau sebab atau untuk memeriksa kemajuan selama implementasi solusi. *Checksheet* dapat datang dalam berbagai bentuk dan ukuran, Adapun beberapa cara pembuatan *checksheet* diantaranya :

- a. Sertakan tanggal pada lembar *checksheet* Ini dapat dinyatakan sebagai satu tanggal (misal. 11 Agustus 2002), sebagai satu minggu (misal, minggu





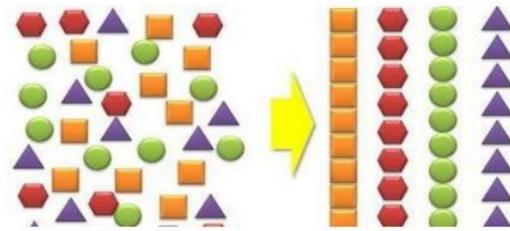
Gambar 2.3 Histogram berbentuk simetris  
Sumber : Fadil dan Rauf (2022)

Histogram merupakan tampilan bentuk grafis untuk menunjukkan distribusi data secara visual atau seberapa sering suatu nilai yang berbeda itu terjadi dalam suatu kumpulan data. Manfaat dari penggunaan histogram merupakan untuk memberikan informasi mengenai variasi dalam proses dan membantu manajemen dalam membuat keputusan dalam upaya peningkatan proses yang berkesinambungan.

#### 4. Stratifikasi

Tujuan stratifikasi adalah untuk memahami masalah atau menganalisis penyebabnya oleh melihat kemungkinan faktor atau barang yang bisa dipahami. Data yang dikumpulkan dari populasi tunggal dibagi berdasarkan waktu, tenaga kerja, mesin, bekerja metode, bahan baku, dan sebagainya ke dalam sejumlah stratum (atau lapisan) untuk menemukan beberapa karakteristik laten di antara data apakah itu sama atau serupa. Misalnya, setelah mengumpulkan data tentang kesalahan fotokopi, kami dapat menemukannya faktor atau kekhasan yang dapat dikelompokkan dalam hal operator, fotokopi mesin, ukuran lembar, waktu, tanggal, atau metode operasi lain. Cara mengelompokkan data :

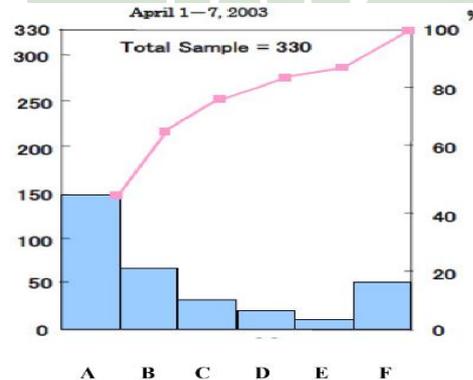
- a. Klarifikasi tujuan stratifikasi data.
- b. Klarifikasi item yang akan dikelompokkan dalam masalah tersebut
- c. Tentukan metode pengumpulan data.
- d. Periksa dan bandingkan item data bertingkat.
- e. Temukan sebab dengan menemukan perbedaan besar di antara item data.



Gambar 2.4 Contoh *Stratification*  
Sumber : Fadil dan Rauf (2022)

## 5. Diagram Pareto

Diagram Pareto adalah bentuk diagram batang dengan item-item yang diatur dalam urutan menurun sehingga Anda dapat mengidentifikasi faktor-faktor yang berkontribusi paling tinggi pada suatu masalah. Diagram Pareto dapat dengan mudah memisahkan beberapa vital dari banyak sepele yang digunakan untuk membandingkan kondisi dari waktu ke waktu, untuk melihat bagaimana keduanya distribusi dan total efek telah berubah setelah tindakan korektif terjadi telah diambil. Jenis diagram ini merupakan salah satu alat statistik yang paling umum digunakan oleh Lingkaran QC. Contoh sederhana Diagram Pareto :



Gambar 2.5 Contoh Diagram Pareto  
Sumber : Fadil dan Rauf (2022)

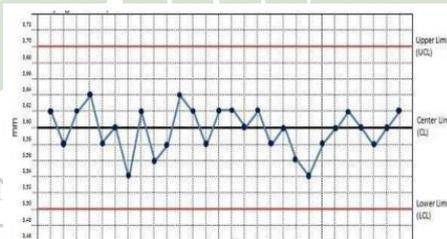
## 6. Peta Kendali

*Control chart* atau Peta Kendali merupakan salah satu dari alat QC 7 tools (7 alat pengendalian kualitas) 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 kontrol

terendah) dan *central line* (garis tengah) untuk rata-rata (*average*). Data yang dimasukkan berupa titik-titik yang kemudian digambarkan garis untuk memperlihatkan grafiknya. Peta Kendali digunakan ketika :

- Saat kita ingin mengontrol proses yang sedang berlangsung dengan menemukan dan memperbaiki masalah yang terjadi.
- Saat kita ingin memprediksi atau mendapatkan kisaran (*range*) dari hasil suatu proses.
- Saat kita ingin mengetahui apakah proses yang kita pelajari tersebut stabil
- Saat kita ingin menganalisis pola variasi proses apakah dari penyebab khusus atau penyebab umum yang sering terjadi diproses.
- Saat kita ingin menentukan apakah proyek peningkatan kualitas harus membidik kepada pencegahan pada masalah tertentu atau harus melakukan perubahan yang mendasar pada proses.

Tujuan utama dari penggunaan *control chart* adalah untuk mengendalikan proses produksi sehingga dapat menghasilkan kualitas yang unggul dengan cara mendeteksi penyebab variasi yang tidak alami (penyebab spesial, penyebab yang tidak natural) atau disebut dengan *process shift* (terjadinya penggeseran proses) serta untuk mengurangi variasi yang terdapat dalam proses sehingga menghasilkan proses yang stabil.



Gambar 2.6 Contoh  $\bar{X}$  Peta Kendali  
Sumber : Fadil dan Rauf (2022)

Bentuk peta kendali pada gambar di atas merupakan grafik suatu karakteristik kualitas yang telah diukur dan dihitung dari nomor sampel atau waktu. Peta kendali tersebut memuat:

- Sumbu tegak menyatakan karakteristik kualitas yang sedang diteliti.
- Sumbu mendatar menyatakan jumlah sampel yang diteliti dimulai dari sampel kesatu, kedua dan seterusnya.

- c. Garis sentral nilai baku yang menjadi pangkal perhitungan terjadinya penyimpangan hasil-hasil pengamatan dari tiap sampel.
- d. Garis bawah yang sejajar dengan garis sentral dinamakan *Lower Control Limit* (LCL) atau batas kontrol bawah, ini merupakan penyimpangan paling rendah yang diizinkan dihitung dari nilai baku.
- e. Garis atas yang sejajar dengan garis sentral dinamakan *Upper Control Limit* (UCL) atau batas kontrol atas, ini merupakan penyimpangan paling tinggi yang diizinkan dihitung dari nilai baku.

#### 7. Cause and Effect Diagram (*Fishbone* Diagram)

Diagram ini terdiri dari garis dan simbol yang dirancang untuk mewakili hubungan antara efek dan penyebabnya. Adapun tahapan-tahapan yang perlu dilakukan dalam penggunaan diagram tulang ikan.



Gambar 2.7 Contoh Diagram Tulang Ikan  
Sumber : Fadil dan Rauf (2022)

#### 2.2.4 Peta Kendali $\bar{X}$ dan $R$

Peta Kendali  $\bar{X}$ , digunakan untuk :

1. Memantau perubahan suatu sebaran distribusi suatu variabel dalam hal pemusatnya
2. Apakah proses masih dalam batas-batas pengendalian atau tidak
3. Apakah rata-rata produk yang dihasilkan sesuai dengan standar yang ditentukan.

Peta kendali  $R$ , digunakan untuk :

1. Memantau perubahan dalam hal penyebarannya
2. Memantau tingkat keakuratan/ketepatan proses yang diukur dengan mencari *range* dari setiap sampel.

### 2.2.5 Diagram Kontrol Variabel

Dalam *mean*, *range*, dan standar deviasi merupakan statistik yang paling sering digunakan untuk menganalisis data pengukuran. Diagram kontrol digunakan untuk memonitor statistik ini. Titik diluar kendali untuk salah satu statistik ini merupakan indikasi bahwa ada penyebab khusus variasi dan bahwa investigasi segera harus dilakukan untuk mengidentifikasi penyebab khusus. Grafik rata-rata dan rentang dapat diterapkan ke variabel kontinu seperti bobot, ukuran, waktu siklus, tingkat kesalahan, dan sebagainya, tergantung pada kondisi yang diperlukan untuk subgroup rasional.

Ukuran *subgroup* yang telah ditentukan untuk proses yang diberikan. Ukuran subgroup yang khas merupakan tiga atau lima pengamatan dalam *subgroup*. Rata-rata dan rentang dihitung untuk setiap *subgroup* secara terpisah, kemudian di plot pada bagan kontrol. Statistik setiap *subgroup* dibandingkan dengan batas kontrol, dan pola variasi antara *subgroup* dianalisis. Batas kontrol untuk rata-rata dan grafik rentang dihitung sedemikian rupa sehingga sangat tidak mungkin bahwa rata-rata *subgroup* atau rentang dari proses stabil akan berada di luar batas.

### 2.2.6 Manfaat Pengendalian Kualitas Statistik (*Statistic Quality Control*)

Manfaat pengendalian kualitas statistik (*Statistical Quality Control*) adalah sebagai berikut (Dandi Hemawan *et al.*,2020)

#### a. Pengawasan (*Control*)

Penyelidikan yang diperlukan untuk menerapkan pengendalian kualitas statistik mengharuskan bahwa syarat-syarat mutu pada situasi itu dan kemampuan prosesnya dipelajari hingga mendetail. Hal ini akan menghilangkan beberapa titik kesulitan tertentu, baik dalam spesifikasi maupun proses.

#### b. Pengerjaan kembali barang-barang (*scrap rework*)

Dengan dijalankannya pengontrolan, maka terjadinya penyimpangan-penyimpangan dalam proses dapat dicegah sebelum terjadinya hal-hal yang lebih serius dan akan diperoleh kesesuaian yang lebih baik antara kemampuan proses dengan spesifikasi sehingga barang dapat dikurangi.

c. Biaya-biaya pemeriksaan

*Statistical control* yang dilakukan dengan mengambil sample-sample dan menggunakan *sampling technique*, maka yang perlu untuk diperiksa adalah hanya sebagian dari hasil produksi. Hal tersebut mengakibatkan pada penurunan biaya-biaya pemeriksaan.

### 2.3 Wahdatul Ulum

1. Ayat Al-Qur'an tentang sungai pada QS. An-Naml ayat 61 :

أَمْ مَنْ جَعَلَ الْأَرْضَ قَرَارًا وَجَعَلَ خِلَالَهَا أَنْهَارًا وَجَعَلَ لَهَا رَوَاسِيَ وَجَعَلَ بَيْنَ الْبَحْرَيْنِ حَاجِزًا ۗ  
 أَلَيْسَ مَعَ اللَّهِ بِلَا أَكْثَرُ لَهُمْ لَا يَعْلَمُونَ

Artinya : “Atau siapakah yang telah menjadikan bumi sebagai tempat berdiam, dan yang menjadikan sungai-sungai di celah-celahnya, dan yang menjadikan gunung-gunung untuk (mengkokohkan)nya dan menjadikan suatu pemisah antara dua laut? Apakah disamping Allah ada tuhan (yang lain)? Bahkan (sebenarnya) kebanyakan dari mereka tidak mengetahui.”

Ayat tersebut menjelaskan bahwa tanyakan kepada mereka, "Siapa yang membuat bumi menjadi datar dan cocok sebagai tempat tinggal? Siapa pula yang mengalirkan sungai-sungai di tengah-tengahnya, yang menciptakan gunung-gunung yang membuat bumi menjadi kokoh dan tidak condong? Siapa pula yang membuat pemisah antara air laut yang asin dan air tawar agar masing-masing tidak bercampur aduk? Tiada tuhan yang menyertai Allah. Hanya Dialah sang Pencipta. Akan tetapi sebagian besar manusia tidak mau mengambil manfaat ilmu pengetahuan dengan sebenarnya seolah-olah mereka tidak berpengetahuan."

2. Ayat Al-Qur'an tentang peduli terhadap lingkungan, salah satunya peduli terhadap lingkungan sungai pada Qs. Al-A'raf Ayat 56-58 :

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا ۚ إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ  
 وَهُوَ الَّذِي يُرْسِلُ الرِّيَّاحَ بُشْرًا بَيْنَ يَدَيْ رَحْمَتِهِ حَتَّىٰ إِذَا أَقْلَّتْ سَحَابًا ثِقَالًا سُقِّتَاهُ لِبَلَدٍ مَّيِّتٍ فَأَنْزَلْنَا بِهِ الْمَاءَ  
 فَأَخْرَجْنَا بِهِ مِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ كَذَلِكَ نُخْرِجُ الْمَوْتَىٰ لَعَلَّكُمْ تَذَكَّرُونَ (57) وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ يَخْرِجُ نَبَاتَهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ  
 وَالَّذِي حَبَّتْ لَا يَخْرُجُ إِلَّا نَكِدًا كَذَلِكَ نُصَرِّفُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَشْكُرُونَ (58)

Artinya : “Dan janganlah kamu berbuat kerusakan di muka bumi sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepadanya rasa takut (tidak akan diterima) dan

harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik. Dan dialah yang meniupkan angin sebagai pembawa berita gembira sebelum kedatangan rahma Nya (hujan) hingga apabila angin itu telah membawa awan mendung, kami halau ke suatu daerah yang tandus, lalu kami turunkan hujan di daerah itu. Maka kami keluarkan dengan sebab hujan itu berbagai macam buah-buahan. Seperti itulah kami membangkitkan orang-orang yang telah mati, mudah-mudahan kamu mengambil pelajaran. Dan tanah yang baik, tanam-tanamannya tumbuh dengan seizin Allah, dan tanah yang tidak subur, tanaman-tanamannya hanya tumbuh merana. Demikianlah kami mengulangi tanda-tanda kebesaran (Kami) bagi orang-orang yang bersyukur.” (QS Al A’raf : 56-58).

Kandungan ayat tersebut menjelaskan Bumi sebagai tempat tinggal dan tempat hidup manusia dan makhluk Allah lainnya sudah dijadikan Allah dengan penuh rahmat-Nya. Gunung-gunung, lembah-lembah, sungai-sungai, lautan, daratan dan lain-lain semua itu diciptakan Allah untuk diolah dan dimanfaatkan dengan sebaik-baiknya oleh manusia, bukan sebaliknya dirusak dan dibinasakan. Hanya saja ada sebagian kaum yang berbuat kerusakan di muka bumi. Mereka tidak hanya merusak sesuatu yang berupa materi atau benda, melainkan juga berupa sikap, perbuatan tercela atau maksiat serta perbuatan jahiliyah lainnya. Akan tetapi, untuk menutupi keburukan tersebut sering kali mereka menganggap diri mereka sebagai kaum yang melakukan perbaikan di muka bumi, padahal justru merekalah yang berbuat kerusakan di muka bumi.

- UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
SUMATERA UTARA MEDAN
3. Ayat Al-Qur’an tentang larangan membuat kerusakan dan menjaga kelestarian alam pada Qs. Ar Rum [30] ayat 41-42 :

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ  
 ۞ قُلْ سِيرُوا فِي الْأَرْضِ فَانظُرُوا كَيْفَ كَانَ عَاقِبَةُ الَّذِينَ مِن قَبْلَ ۚ كَانُوا أَكْثَرُ هُمْ يَرْجِعُونَ  
 مُشْرِكِينَ

Artinya : “Telah tampak kerusakan di darat dan dilaut disebabkan perbuatan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar). Katakanlah : Adakanlah perjalanan dimuka bumi dan perhatikanlah bagaimana kesudahan orang-orang

yang dulu. Kebanyakan dari mereka itu adalah orang-orang yang mempersekutukan (Allah).”

Ayat tersebut menjelaskan bahwa selain untuk beribadah kepada Allah, manusia juga diciptakan sebagai khalifah dimuka bumi. Sebagai khalifah, manusia memiliki tugas untuk memanfaatkan, mengelola dan memelihara alam semesta. Allah telah menciptakan alam semesta untuk kepentingan dan kesejahteraan semua makhluk-Nya, khususnya manusia. Keserakahan dan perlakuan buruk sebagian manusia terhadap alam dapat menyengsarakan manusia itu sendiri. Tanah longsor, banjir, kekeringan, tata ruang daerah yang tidak karuan dan udara serta air yang tercemar adalah buah kelakuan manusia yang justru merugikan manusia dan makhluk hidup lainnya.

Hal ini seringkali tercermin dalam beberapa pelaksanaan ibadah, seperti ketika menunaikan ibadah haji. Dalam haji, umat Islam dilarang menebang pohon-pohon dan membunuh binatang. Apabila larangan itu dilanggar maka ia berdosa dan diharuskan membayar denda. Lebih dari itu Allah SWT melarang manusia berbuat kerusakan di muka bumi. Tentang memelihara dan melestarikan lingkungan hidup, banyak upaya yang bisa dilakukan, misalnya rehabilitasi SDA berupa hutan, tanah dan air yang rusak perlu ditingkatkan lagi. Dalam lingkungan ini program penyelamatan hutan, tanah dan air perlu dilanjutkan dan disempurnakan. Pendayagunaan daerah pantai, wilayah laut dan kawasan udara perlu dilanjutkan dan makin ditingkatkan tanpa merusak mutu dan kelestarian lingkungan hidup.

- UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
SUMATERA UTARA MEDAN
4. Ayat Al-Qur'an tentang pengendalian kualitas pada QS. Asy-Syu'araa ayat 181-182 :

**أَوْفُوا الْكَيْلَ وَلَا تَكُونُوا مِنَ الْمُخْسِرِينَ (181) وَزِنُوا بِالْقِسْطَاسِ الْمُسْتَقِيمِ (182)**

Artinya : “Sempurnakanlah takaran dan janganlah kalian termasuk orang-orang yang merugikan; dan timbanglah dengan timbangan yang lurus.”

Pada ayat 181 Yakni bila kalian membayar kepada orang lain, maka sempurnakanlah takaran mereka dan janganlah kalian mengurangi takaran mereka yang menyebabkan kalian serahkan kepada mereka pembayaran yang kurang. Tetapi bila kalian mengambil dari mereka, maka kalian memintanya dalam

keadaan sempurna dan cukup. Maka ambillah sebagaimana yang kalian serahkan, dan serahkanlah sebagaimana yang kalian ambil. Pada ayat 182 Al-qistas artinya timbangan, pendapat yang lain mengatakannya neraca. Sebagian di antara mereka mengatakan bahwa kata qistas ini diarahkan dari bahasa Romawi (Latin). Mujahid mengatakan bahwa Al-qistasul mustaqim artinya neraca yang adil menurut bahasa Romawi. Qatadah mengatakan bahwa qistas artinya adil (seimbang).



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
SUMATERA UTARA MEDAN