



Control of the clean water production process at PT. XYZ [Pengendalian proses produksi air bersih di PT. XYZ]

Muchammad Rizal Wahyudi¹⁾, Inggit Marodiyah²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: inggit@umsida.ac.id

Abstract. Clean water quality must meet established standards to ensure a stable water treatment process. This study aims to determine the CL, UCL, and LCL values, identify the causes of process instability, and propose improvement recommendations. The research applied Statistical Quality Control (SQC) and Root Cause Analysis (RCA) using turbidity data from November 2025, consisting of 720 observations. Process stability was evaluated using $\bar{X}$ and R control charts, while the causes of instability were analyzed using a fishbone diagram. The $\bar{X}$ chart produced CL, UCL, and LCL values of 0.34, 0.39, and 0.29, while the R chart showed 0.29, 0.45, and 0.13. The results indicated that the process was not statistically under control. Recommended improvements include strengthening SOP compliance, routine equipment maintenance, optimizing coagulant dosage, monitoring raw water quality, and regular instrument calibration

Keywords - Quality Control, Turbidity, Statistical Quality Control, Root Cause Analysis

Abstrak. Kualitas air bersih harus memenuhi standar yang ditetapkan untuk menjamin kestabilan proses pengolahan air. Penelitian ini bertujuan menentukan nilai CL, UCL, dan LCL, mengidentifikasi penyebab ketidakstabilan proses, serta memberikan usulan perbaikan. Metode yang digunakan adalah Statistical Quality Control (SQC) dan Root Cause Analysis (RCA) dengan data kekeruhan bulan November 2025 sebanyak 720 pengamatan. Analisis dilakukan menggunakan peta kendali $\bar{X}$ dan R serta diagram fishbone. Hasil menunjukkan nilai CL, UCL, dan LCL pada peta kendali $\bar{X}$ sebesar 0,34; 0,39; dan 0,29, sedangkan pada peta kendali R sebesar 0,29; 0,45; dan 0,13. Proses belum terkendali secara statistik sehingga diperlukan perbaikan melalui peningkatan kepatuhan SOP, pemeliharaan peralatan, optimalisasi dosis koagulan, pemantauan kualitas air baku, dan kalibrasi alat ukur secara berkala.

Kata Kunci - Pengendalian Kualitas, Turbidity, Statistical Quality Control, Root Cause Analysis.

I. PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup khususnya manusia[1]. Air tawar merupakan komponen esensial bagi semua spesies hidup, salah satu masalah utama yang dihadapi umat manusia saat ini adalah kelangkaan sumber kehidupan yang vital[2]. Dalam kaitannya dengan penelitian ini, PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dalam pengolahan dan distribusi air bersih untuk kebutuhan domestik maupun industri. Proses Pengolahan Air Baku Pada umumnya instalasi pengolahan air minum merupakan suatu sistem yang mengkombinasikan proses filtrasi, sedimentasi, koagulasi, dan mikro biologi[3]. Dalam proses pengolahannya, air baku terlebih dahulu melewati *intake*, yang kemudian menuju ke *surge well* atau sumur penyeimbang dan dipompa untuk proses aerasi[4].

Permasalahan utama yang dihadapi perusahaan terletak pada ketidakstabilan proses pengolahan air yang berdampak terhadap tidak konsistennya mutu air yang dihasilkan. Berdasarkan data hasil pengukuran turbidity, masih ditemukan variasi nilai turbidity pada proses pengolahan air sehingga menunjukkan bahwa proses pengolahan air belum sepenuhnya terkendali dan diperlukan upaya pengendalian kualitas untuk mengurangi variasi proses yang terjadi. Parameter turbidity digunakan sebagai indikator dalam memantau kondisi proses pengolahan air karena berkaitan dengan tingkat kekeruhan air akibat adanya partikel tersuspensi seperti lumpur atau bahan organik.[5].

Dampak Ketidakstabilan kualitas air, seperti fluktuasi *turbidity* (NTU), dapat menyebabkan proses pengolahan air menjadi tidak optimal, menurunnya efektivitas disinfeksi, frekuensi *backwash*/filter meningkat, kualitas air akhir tidak konsisten, risiko kesehatan meningkat (misal diare, infeksi)[6]. Faktor seperti curah hujan sangat mempengaruhi proses pengolahan air. Jumlah hujan yang tinggi dapat merusak kualitas air baku yang masuk ke WTP, yang dapat berdampak pada kualitas air olahan[7]. Penerapan SQC bermanfaat untuk meminimalkan kemungkinan terjadinya kerugian akibat penyimpangan operasi selama proses produksi[8]. Sementara itu, *Root Cause Analysis* (RCA) merupakan pendekatan terstruktur yang bertujuan untuk mengidentifikasi akar penyebab dari suatu masalah atau penyimpangan mutu agar tindakan korektif yang tepat dapat diambil dan mencegah masalah tersebut terulang kembali[9]. Dalam penelitian ini, metode SQC melalui peta kendali X dan R digunakan sebagai instrumen untuk

mendeteksi kapan proses pengolahan air berada di luar kendali statistik, yang kemudian ditindaklanjuti dengan analisis RCA menggunakan diagram *fishbone* dan evaluasi 5M

Berdasarkan penelitian terdahulu, menurut Marbun penelitian ini meneliti pengendalian kualitas proses produksi air bersih menggunakan metode *Statistical Quality Control* (SQC) melalui peta kendali X dan R serta diagram *Fishbone* untuk mengidentifikasi faktor penyebab ketidaksesuaian dan menentukan prioritas perbaikan [10]. Selanjutnya, Santika Penelitian menggunakan SPC/SQC dan Fishbone Diagram untuk menganalisis kualitas air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter kekeruhan air masih berada di luar batas kendali dan penyebabnya berasal dari faktor manusia, metode, material, dan kondisi lingkungan[11]. Serta penelitian yang diteliti oleh devi menunjukkan bahwa diagram fishbone efektif dalam mengidentifikasi akar penyebab permasalahan, sedangkan Five M Checklist dimanfaatkan untuk menyusun rekomendasi perbaikan berdasarkan faktor man, machine, material, method, dan environment. Pendekatan tersebut membantu menghasilkan usulan perbaikan yang lebih sistematis dan tepat sasaran[12].

II. METODE

a) Waktu dan tempat penelitian

Kegiatan penelitian ini dilakukan di IPA PT. XYZ yang tepatnya berlokasi di Kabupaten Sidoarjo. Penelitian ini berlangsung pada bulan November 2025 – April 2026

b) Identifikasi dan Perumusan Masalah

Identifikasi dan perumusan masalah dilakukan untuk menentukan permasalahan utama pada proses pengolahan air di PT XYZ, yaitu ketidakstabilan proses berdasarkan parameter *turbidity*. Tahap ini dilakukan melalui observasi langsung, wawancara, dan pengumpulan data di perusahaan untuk memperoleh informasi yang akurat mengenai kondisi proses pengolahan air sebagai dasar penelitian.

c) Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mempelajari teori dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan *Statistical Quality Control* (SQC), peta kendali $\bar{X}$ -R, *Root Cause Analysis* (RCA), diagram fishbone, dan proses pengolahan air.

d) Studi lapangan

Studi lapangan dilakukan melalui observasi, wawancara, dan pengumpulan data *turbidity* di PT XYZ untuk memperoleh informasi mengenai kondisi proses pengolahan air yang menjadi objek penelitian.

e) Pengumpulan data

- Data primer diperoleh melalui observasi langsung dan wawancara dengan operator pengolahan air di PT XYZ untuk memperoleh informasi mengenai kondisi proses pengolahan air, prosedur operasional, serta faktor-faktor yang berpotensi memengaruhi kestabilan proses.
- Data sekunder diperoleh dari dokumen perusahaan berupa data hasil pengukuran *turbidity* yang dilakukan secara berkala selama bulan November 2025. Data tersebut digunakan sebagai dasar analisis kestabilan proses pengolahan air menggunakan metode *Statistical Quality Control* (SQC).

f) Pengolahan Data

Tujuan pengolahan data dalam penelitian ini adalah untuk menganalisis kestabilan proses pengolahan air berdasarkan data *turbidity* menggunakan metode *Statistical Quality Control* (SQC), mengidentifikasi faktor-faktor penyebab ketidakstabilan proses melalui *Root Cause Analysis* (RCA), serta menyusun usulan perbaikan untuk meningkatkan kestabilan proses pengolahan air.

Perhitungan peta kendali X dan peta kendali R

Perhitungan peta kendali X dan peta kendali R berfungsi untuk mengetahui kestabilan proses secara statistik melalui peta kendali. Dalam penelitian ini digunakan peta kendali $\bar{X}$ ($\bar{X}$ -bar) dan R (*Range*).

- Rumus rata-rata ($\bar{X}$)

$$\bar{X} = \frac{\sum X_1}{n} \dots\dots\dots(1)$$

Sumber [13]
 Dimana:
 X_1 dan seterusnya = data *sample*
 n = jumlah sample per subgrup
- rumus *range* (R)

$$R = X_{max} - X_{min} \dots\dots\dots(2)$$

Sumber [13]
 Dimana :
 x_{max} = nilai tertinggi dari subgrup
 x_{min} = nilai terendah dari subgrup
- Menghitung Peta Kendali X

$$CL = \bar{\bar{X}} \dots\dots\dots(3)$$

Sumber [14].

$$UCL = \bar{\bar{X}} + (A2 \times \bar{R}) \dots\dots\dots(4)$$

Sumber [14].

Dimana:

$\bar{\bar{X}}$ = nilai rata-rata dari total subgrup

A2 = Tabel konstanta SPC (0,157)

$\bar{R}$ = nilai rata – rata keseluruhan R

$$LCL = \bar{\bar{X}} - (A2 \times \bar{R}) \dots\dots\dots(5)$$

Sumber [13].

Dimana:

$\bar{\bar{X}}$ = nilai rata-rata dari total subgrup

A2 = Tabel konstanta SPC (0,157)

$\bar{R}$ = nilai rata – rata keseluruhan R

4. Menghitung Peta Kendali R

$$CL = \bar{R} \dots\dots\dots(6)$$

Sumber [14].

$$UCL = D4 \times \bar{R} \dots\dots\dots(7)$$

Sumber [15].

Dimana:

D4 = Tabel konstanta SPC (1,548)

$\bar{R}$ = nilai rata – rata keseluruhan R

$$LCL = D3 \times \bar{R} \dots\dots\dots(8)$$

Sumber [16].

Dimana:

$\bar{R}$ = nilai rata – rata keseluruhan R

D3 = Tabel konstanta SPC (0,451)

g) Analisa dan pembahasan

Pada tahap ini dilakukan analisis kestabilan proses pengolahan air di PT XYZ menggunakan metode *Statistical Quality Control* (SQC) melalui peta kendali $\bar{X}$ dan R berdasarkan data *turbidity*[17]. Selanjutnya, dilakukan *Root Cause Analysis* (RCA) menggunakan diagram *fishbone* untuk mengidentifikasi akar penyebab ketidakstabilan proses yang berasal dari faktor manusia (*man*), mesin (*machine*), metode (*method*), *material* dan pengukuran (*measurement*)[18]. Hasil analisis tersebut digunakan sebagai dasar dalam penyusunan usulan perbaikan dan rekomendasi pengendalian proses.

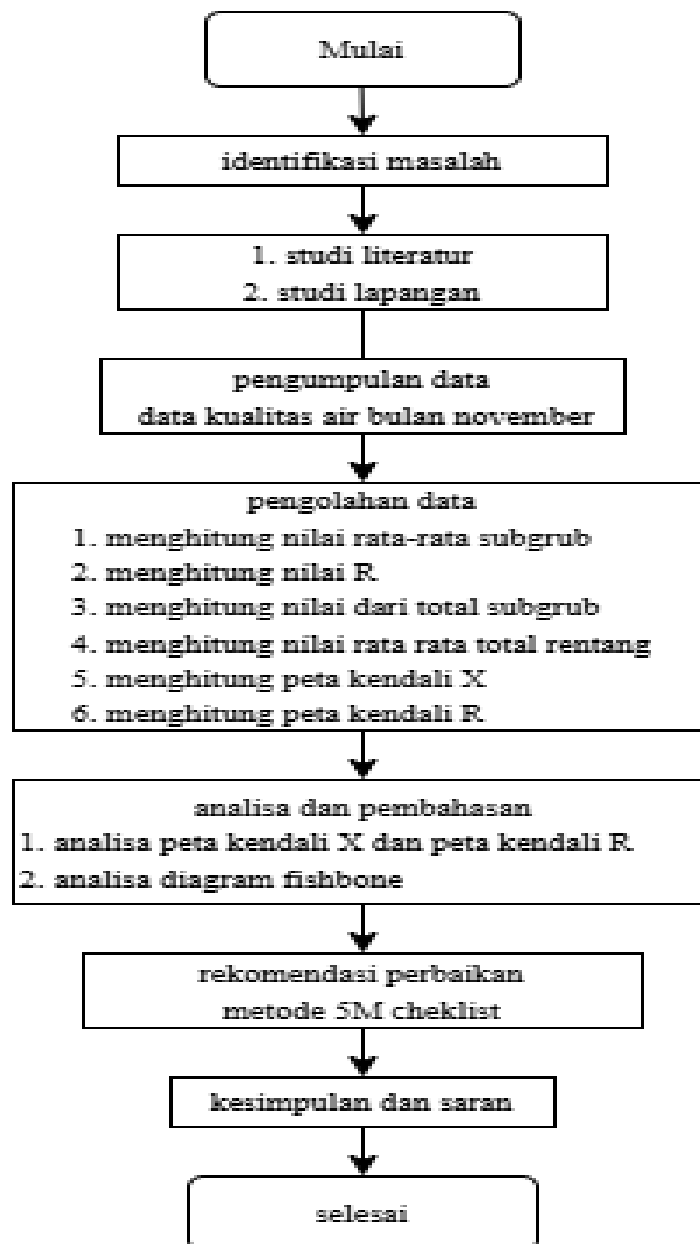
h) Rekomendasi perbaikan

Rekomendasi perbaikan disusun berdasarkan hasil RCA dan 5M *Checklist* yang meliputi peningkatan kinerja operator, perawatan peralatan secara berkala, pengendalian proses pengolahan, pemantauan kualitas air baku, serta kalibrasi alat ukur untuk meningkatkan kestabilan proses pengolahan air.

i) Kesimpulan dan saran

Tahap Kesimpulan dan Saran Tahap kesimpulan dan saran merupakan tahap akhir penelitian yang bertujuan untuk merangkum seluruh hasil analisis yang telah dilakukan mengenai kestabilan proses pengolahan air di PT XYZ. Kesimpulan disusun berdasarkan hasil analisis menggunakan metode *Statistical Quality Control* (SQC) melalui peta kendali $\bar{X}$ dan R untuk mengetahui apakah proses pengolahan air berada dalam kondisi yang terkendali secara statistik. Selanjutnya, metode *Root Cause Analysis* (RCA) dengan diagram *fishbone* digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang menjadi penyebab ketidakstabilan proses. Berdasarkan hasil analisis tersebut, disusun kesimpulan mengenai kondisi proses pengolahan air serta efektivitas metode yang digunakan. Selain itu, diberikan saran dan rekomendasi perbaikan yang dapat diterapkan oleh perusahaan, seperti peningkatan pengawasan proses, perawatan peralatan secara berkala, dan perbaikan prosedur operasional. Rekomendasi tersebut diharapkan dapat membantu meningkatkan kestabilan proses pengolahan air dan mendukung pengendalian kualitas yang lebih efektif.

j) Alir Penelitian



Gambar 1. Alir penelitian

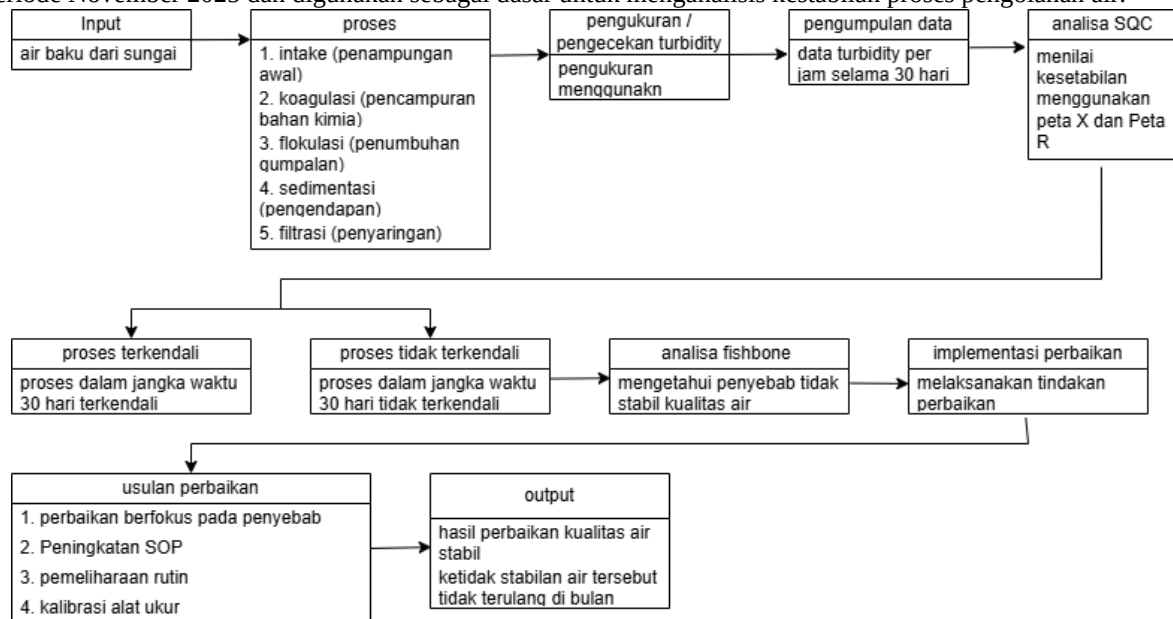
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Identifikasi masalah

Pada tahap Identifikasi Masalah dilakukan pengenalan dan penetapan permasalahan utama yang terjadi pada proses pengolahan air bersih di PT XYZ, yaitu ketidakstabilan proses berdasarkan parameter *turbidity*. Tahap ini bertujuan untuk memahami kondisi proses pengolahan air, mengidentifikasi fenomena yang terjadi, serta menentukan fokus penelitian sebagai dasar analisis menggunakan metode *Statistical Quality Control (SQC)*. Parameter *turbidity* digunakan sebagai indikator untuk memantau kestabilan proses pengolahan air karena dapat menggambarkan tingkat kekeruhan air selama proses berlangsung.

Sebelum dilakukan pengukuran nilai *turbidity*, air baku terlebih dahulu melalui rangkaian proses pengolahan yang meliputi intake, koagulasi, flokulasi, sedimentasi, dan filtrasi. Proses tersebut bertujuan untuk mengurangi kandungan

partikel tersuspensi dan menurunkan tingkat kekeruhan sehingga air yang dihasilkan memenuhi standar kualitas yang telah ditetapkan. Data penelitian diperoleh dari hasil pengukuran *turbidity* yang dilakukan secara berkala selama periode November 2025 dan digunakan sebagai dasar untuk menganalisis kestabilan proses pengolahan air.



Gambar 2. Model Sistem

Berdasarkan model sistem penelitian, proses pengolahan air terdiri atas *input*, proses, pengendalian kualitas, dan *output*. Input berupa air baku dari sungai yang diproses melalui tahapan pengolahan air. Selama proses berlangsung terdapat faktor-faktor yang berpotensi menimbulkan variasi atau gangguan (*noise*), seperti faktor manusia (*man*), mesin (*machine*), metode (*method*), material (*material*), dan pengukuran (*measurement*). Untuk memastikan proses berjalan secara stabil, dilakukan pengendalian kualitas menggunakan metode SQC melalui peta kendali $\bar{X}$ dan peta kendali R. Output yang diharapkan adalah air bersih dengan kualitas yang memenuhi standar dan dapat didistribusikan kepada pelanggan.

A. Pengumpulan data

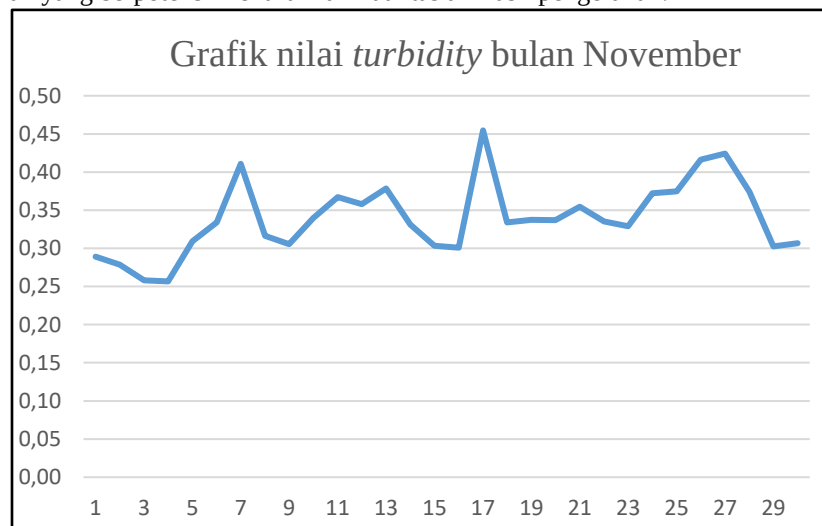
Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai kondisi kualitas air pada proses pengolahan air bersih di PT XYZ berdasarkan parameter *turbidity* sebagai indikator utama kualitas air.

Data dalam penelitian ini diperoleh melalui pengamatan langsung pada proses pengolahan air bersih di PT XYZ, berupa hasil pengukuran *turbidity* menggunakan *Turbidity Meter* Hach 2100Q yang dilakukan secara berkala setiap jam selama bulan November 2025. Data pengukuran tersebut kemudian digunakan sebagai dasar analisis kestabilan proses menggunakan peta kendali $\bar{X}$ dan R.

Tabel 1. Hasil pengujian *Turbidity* di PT. XYZ

Sample	07.00	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00
1	0,24	0,28	0,25	0,24	0,24	0,33	0,3	0,34	0,28	0,27	0,3	0,31	0,32
2	0,28	0,3	0,27	0,24	0,28	0,31	0,35	0,3	0,33	0,35	0,32	0,29	0,31
3	0,28	0,27	0,37	0,2	0,34	0,25	0,29	0,27	0,27	0,31	0,29	0,26	0,25
4	0,26	0,28	0,26	0,23	0,18	0,21	0,23	0,2	0,24	0,29	0,26	0,25	0,23
5	0,28	0,27	0,23	0,25	0,29	0,3	0,3	0,33	0,31	0,35	0,3	0,32	0,34
6	0,28	0,31	0,33	0,36	0,39	0,32	0,3	0,35	0,36	0,34	0,32	0,3	0,28
7	0,31	0,48	0,6	0,66	0,61	0,63	0,65	0,59	0,55	0,38	0,35	0,36	0,35
8	0,34	0,33	0,36	0,35	0,37	0,34	0,3	0,25	0,27	0,3	0,33	0,31	0,35
9	0,29	0,25	0,28	0,29	0,3	0,31	0,33	0,29	0,3	0,32	0,33	0,31	0,34
10	0,34	0,36	0,34	0,47	0,46	0,29	0,31	0,34	0,36	0,33	0,37	0,35	0,38

Berdasarkan Tabel 1, Data nilai *turbidity* (NTU) terdiri dari 30 subgrup, dimana setiap subgrup merupakan data pengamatan harian. Pada tabel pengamatan, kolom 07.00 hingga 19.00 menunjukkan hasil pengukuran *turbidity* yang dilakukan setiap jam selama proses pengolahan air. Data tersebut digunakan untuk menganalisis kestabilan proses pengolahan air menggunakan metode *Statistical Quality Control* (SQC). Tabel yang ditampilkan hanya sebagian dari keseluruhan data penelitian, sedangkan total data yang dianalisis berjumlah 720 sampel yang diperoleh selama bulan November 2025. Berdasarkan standar kualitas air bersih, nilai *turbidity* kurang dari 1 NTU dikategorikan memenuhi standar kualitas dan menunjukkan kondisi air yang baik, sedangkan nilai *turbidity* lebih dari 1 NTU mengindikasikan peningkatan kekeruhan yang berpotensi menurunkan kualitas air hasil pengolahan.



Gambar 3. Grafik nilai *turbidity* bulan november

Berdasarkan Gambar 3, grafik nilai *turbidity* harian selama bulan November 2025 menunjukkan adanya fluktuasi nilai *turbidity* dari hari 1 ke hari 30. Nilai *turbidity* tidak berada pada tingkat yang konstan, melainkan mengalami kenaikan dan penurunan selama periode pengamatan. Fenomena ini mengindikasikan adanya variasi dalam proses pengolahan air yang dapat dipengaruhi oleh perubahan kualitas air baku, kondisi peralatan, ketepatan proses pengolahan, maupun faktor operasional lainnya. Oleh karena itu, diperlukan analisis lebih lanjut menggunakan metode SQC untuk mengetahui apakah variasi yang terjadi masih berada dalam batas kendali statistik atau menunjukkan adanya ketidakstabilan proses yang memerlukan tindakan perbaikan.

B. Pengolahan data

Pada pengolahan data dalam penelitian ini dilakukan untuk mengubah data hasil pengukuran *turbidity* menjadi informasi yang terstruktur dan siap dianalisis. Data yang telah dikumpulkan diolah menggunakan metode *Statistical Quality Control* (SQC) melalui peta kendali $\bar{X}$ dan peta kendali R untuk mengetahui kestabilan proses pengolahan air. Proses pengolahan data meliputi perhitungan nilai rata-rata subgrup, nilai range, garis tengah (CL), batas kendali atas (UCL), dan batas kendali bawah (LCL). Dengan demikian, pengolahan data bertujuan untuk mengetahui kondisi proses pengolahan air apakah berada dalam kondisi stabil atau masih mengalami variasi proses yang perlu diperbaiki.

- a. Menghitung nilai rata rata subgrup

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

$$\bar{X} = \frac{0,24+0,28+0,25+0,24+0,24+0,33+0,3+0,34+0,28+\dots+0,3}{24}$$

$$\bar{X} = \frac{6,94}{24}$$

$$\bar{X} = 0,29$$

Pada perhitungan tersebut, seluruh nilai *turbidity* dalam satu subgrup dijumlahkan, kemudian dibagi dengan jumlah sampel yaitu 24. Hasil perhitungan diperoleh nilai rata-rata sebesar 0,29, yang menunjukkan nilai rata-rata *turbidity* air pada subgrup tersebut.

- b. Menghitung nilai R

$$R = x_{max} - x_{min}$$

$$R = 0,34 - 0,24$$

$$R = 0,10$$

R adalah selisih antara nilai terbesar dan nilai terkecil dalam satu subgrup data. Pada perhitungan tersebut nilai terbesar dari satu sub grup yaitu 0,34 dan nilai terkecil adalah 0,24

Tabel 2. Hasil perhitungan nilai X dan nilai R

Sample	07.00	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	$\bar{X}$	$\bar{R}$
1	0,24	0,28	0,25	0,24	0,24	0,33	0,3	0,34	0,28	0,27	0,3	0,31	0,32	0,29	0,1
2	0,28	0,3	0,27	0,24	0,28	0,31	0,35	0,3	0,33	0,35	0,32	0,29	0,31	0,28	0,15
3	0,28	0,27	0,37	0,2	0,34	0,25	0,29	0,27	0,27	0,31	0,29	0,26	0,25	0,26	0,18
4	0,26	0,28	0,26	0,23	0,18	0,21	0,23	0,2	0,24	0,29	0,26	0,25	0,23	0,26	0,15
5	0,28	0,27	0,23	0,25	0,29	0,3	0,3	0,33	0,31	0,35	0,3	0,32	0,34	0,31	0,13
6	0,28	0,31	0,33	0,36	0,39	0,32	0,3	0,35	0,36	0,34	0,32	0,3	0,28	0,33	0,17
7	0,31	0,48	0,6	0,66	0,61	0,63	0,65	0,59	0,55	0,38	0,35	0,36	0,35	0,41	0,4
8	0,34	0,33	0,36	0,35	0,37	0,34	0,3	0,25	0,27	0,3	0,33	0,31	0,35	0,32	0,12
9	0,29	0,25	0,28	0,29	0,3	0,31	0,33	0,29	0,3	0,32	0,33	0,31	0,34	0,31	0,1
10	0,34	0,36	0,34	0,47	0,46	0,29	0,31	0,34	0,36	0,33	0,37	0,35	0,38	0,34	0,2
Jumlah														10,19	8,80
Rata - rata														0,34	0,29

Berdasarkan **Tabel 2.** didapatkan jumlah rata-rata subgrup pada tanggal 1 sebesar 0,29 dan nilai R mencapai 0,1. Dan rata rata dari keseluruhan didapatkan nilai $\bar{x}$ mencapai 0,34 dan nilai R mencapai 0,29

Selanjutnya dilakukan perhitungan rata-rata dari seluruh subgrup untuk memperoleh nilai rata-rata keseluruhan ($\bar{X}$) dan rata-rata rentang ($\bar{R}$), yang digunakan sebagai dasar dalam analisis peta kendali $\bar{X}$ dan peta kendali R.

c. Menghitung rata – rata dari total subgrup

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

$$\bar{X} = \frac{0,29+0,28+0,26+0,26+0,31+0,33+0,41+0,32+0,31+0,34+\dots+0,31}{30}$$

$$\bar{X} = \frac{10,19}{30}$$

$$\bar{X} = 0,34$$

Pada perhitungan peta X tersebut, seluruh rata-rata subgrup dari tanggal 1 sampai tanggal 30 dijumlahkan sehingga diperoleh total sebesar 10,19, kemudian dibagi dengan jumlah keseluruhan subgrup atau jumlah hari pengamatan sebanyak 30 sehingga diperoleh nilai rata-rata sebesar 0,34.

d. Menghitung nilai rata – rata total rentang

$$R = \frac{0,10+0,15+0,18+0,15+0,13+0,17+0,4+0,12+0,1+0,2+\dots+0,10}{30}$$

$$R = \frac{8,80}{30}$$

$$R = 0,29$$

Selanjutnya Pada perhitungan peta R tersebut, seluruh nilai *range* dijumlahkan sebesar 8,80 dan dibagi dengan 30 jumlah subgrup sehingga diperoleh rata-rata rentang sebesar 0,29

e. Menghitung peta kendali X

$$CL = \bar{X} = 0,34$$

$$UCL = \bar{X} + (A_2 \times \bar{R})$$

$$= 0,34 + (0,157 \times 0,29)$$

$$= 0,34 + 0,0461$$

$$= 0,39$$

$$LCL = \bar{X} - (A_2 \times \bar{R})$$

$$= 0,34 - (0,157 \times 0,29)$$

$$= 0,34 - 0,0461$$

$$= 0,29$$

f. Menghitung peta kendali R

$$CL = \bar{R} = 0,29$$

$$UCL = D_4 \times \bar{R}$$

$$= 1,548 \times 0,29$$

$$= 0,45$$

$$LCL = D_3 \times \bar{R}$$

$$= 0,451 \times 0,29$$

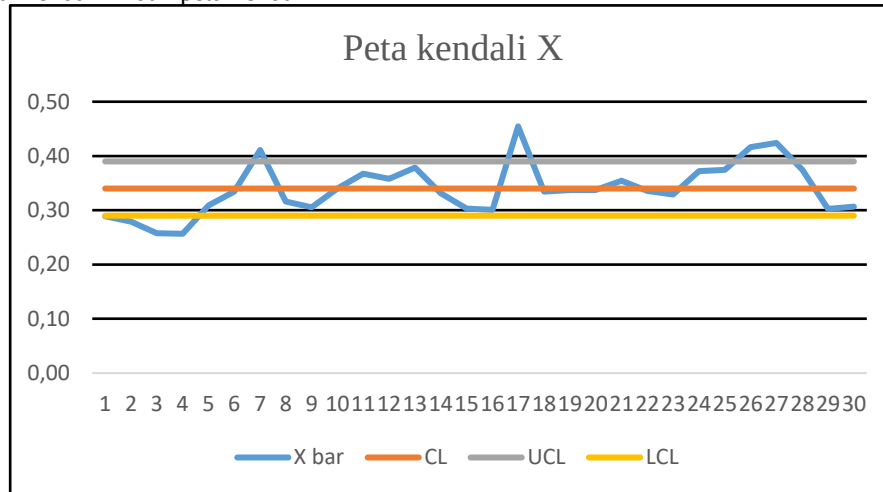
$$= 0,13$$

C. Analisa dan pembahasan

Tahap analisa dan pembahasan diawali dengan analisis kestabilan proses pengolahan air menggunakan metode *Statistical Quality Control* (SQC) melalui peta kendali $\bar{X}$ dan R. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui kondisi dan tingkat kestabilan proses berdasarkan data *turbidity* yang diperoleh. Selanjutnya, dilakukan *Root Cause Analysis*

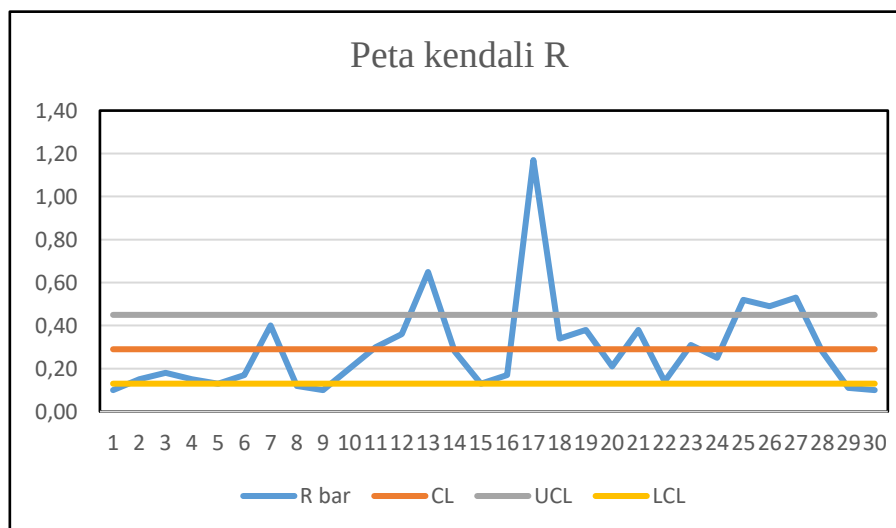
(RCA) menggunakan diagram *fishbone* untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab ketidakstabilan proses yang dikelompokkan ke dalam faktor manusia (*man*), mesin (*machine*), metode (*method*), *material*, dan pengukuran (*measurement*). Hasil analisis tersebut digunakan sebagai dasar dalam penyusunan usulan perbaikan dan pengendalian proses.

a) Analisa Peta Kendali X dan peta kendali R



Gambar 4. Peta kendali X

Berdasarkan hasil perhitungan peta kendali X diperoleh nilai CL sebesar 0,34, UCL sebesar 0,39, dan LCL sebesar 0,29 yang digunakan untuk mengetahui kestabilan rata-rata proses pengolahan air, sedangkan pada peta kendali R diperoleh nilai CL sebesar 0,29, UCL sebesar 0,45, dan LCL sebesar 0,13 yang digunakan untuk mengetahui kestabilan variasi atau rentang data pada proses pengolahan air.



Gambar 5. Peta kendali R

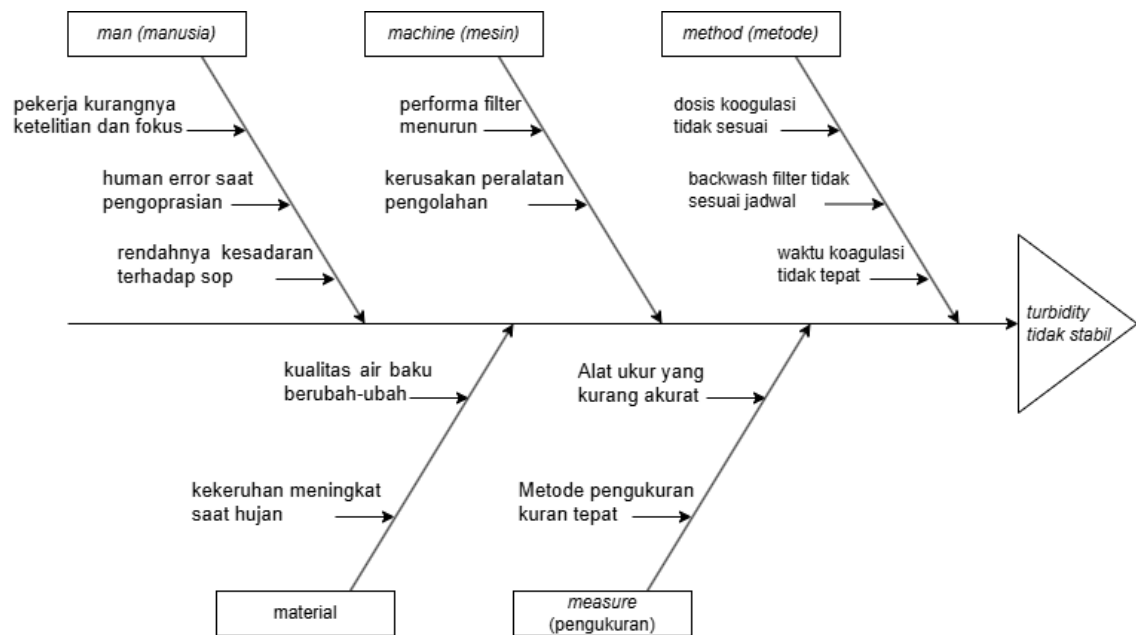
Berdasarkan **Gambar 5**, peta kendali R diperoleh nilai CL sebesar 0,29, UCL sebesar 0,45, dan LCL sebesar 0,13. Terdapat beberapa titik pengamatan yang berada di atas batas kendali atas (UCL), yaitu pada subgrup ke-13, 17, 25, 26, dan 27. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa variasi atau rentang data pada proses pengolahan air belum terkendali secara statistik karena masih terdapat variasi proses yang disebabkan oleh faktor-faktor tertentu. Oleh karena itu, diperlukan analisis lebih lanjut untuk mengidentifikasi penyebab ketidakstabilan proses dan menentukan usulan perbaikan yang sesuai.

Berdasarkan hasil analisis peta kendali X dan peta kendali R diperoleh nilai CL, UCL, dan LCL yang menunjukkan masih terdapat beberapa titik pengamatan yang melebihi batas kendali atas (UCL), sehingga proses pengolahan air belum terkendali secara statistik dan masih mengalami variasi proses yang memerlukan perbaikan agar kualitas air lebih stabil dan konsisten

b) Analisa diagram *fishbone*

Analisis diagram *fishbone* dilakukan untuk mengidentifikasi akar penyebab ketidakstabilan proses pengolahan air berdasarkan hasil pengamatan dan studi lapangan, dimana faktor penyebab masalah dikelompokkan ke dalam

kategori *man*, *machine*, *method*, *material*, dan *measure* sehingga dapat diketahui faktor utama yang mempengaruhi peningkatan nilai *turbidity* dan digunakan sebagai dasar dalam penyusunan usulan perbaikan proses. Berdasarkan hasil analisis data dan kondisi lapangan, ketidakstabilan kualitas air disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu:



Gambar 6. Diagram fishbone

Berdasarkan gambar 4 diagram *fishbone*, ketidakstabilan proses pengolahan air dipengaruhi oleh faktor manusia, mesin, metode, material, dan pengukuran. Faktor tersebut meliputi kurangnya ketelitian operator, performa filter menurun, dosis koagulasi yang tidak sesuai, kualitas air baku yang berubah-ubah, serta alat ukur yang kurang akurat sehingga proses pengolahan air belum stabil dan memerlukan perbaikan. Faktor-faktor tersebut diperoleh berdasarkan observasi lapangan, wawancara dengan operator, serta studi terhadap proses pengolahan air di PT XYZ.

D. Rekomendasi perbaikan

Berdasarkan hasil RCA (*Fishbone Diagram*) yang menunjukkan penyebab ketidakstabilan proses berasal dari faktor *man*, *machine*, *method*, *material*, dan *measurement*,

Tabel 3. Hasil analisa menggunakan 5M *checklist*

No	Faktor	masalah	Usulan perbaikan
1	<i>Man</i>	- Pekerja Kurangnya ketelitian dan fokus <i>Human error</i> saat pengoprasian - Rendahnya kesadaran terhadap SOP	- Memberikan pendampingan yang tepat dan melaksanakan pengawasan yang ketat dan disiplin[19] - Pemeriksaan rutin, peningkatan kepatuhan terhadap SOP, dan peningkatan kesadaran operator akan risiko dan pentingnya ketelitian dalam setiap tahap proses produksi[20]
2	<i>Machine</i>	- Performa <i>filter</i> menurun akibat <i>backwash</i> tidak rutin - Kerusakan peralatan pengolahan	Kegiatan <i>Maintenance</i> yang rutin sangat dibutuhkan pada media saring dengan tujuan menjaga kualitas penyaringan air proses.[21]
3	<i>Method</i>	- Dosis koagulasi tidak sesuai <i>backwash</i> filter tidak sesuai jadwal - waktu koagulasi tidak tepat	- Pengujian dosis koagulan seharusnya dilakukan setiap hari untuk menentukan dosis yang tepat untuk pengolahan air[22] - Melakukan <i>backwash</i> secara berkala untuk membersihkan akumulasi polutan pada media filter sehingga kinerja filtrasi tetap optimal.[23]
4	<i>Material</i>	- kualitas air bakun berubah-ubah - nilai <i>turbidity</i> meningkat saat hujan	Peningkatan kualitas air baku dapat dilakukan melalui optimalisasi sistem

			<i>filtrasi</i> dan pengawasan parameter <i>turbidity</i> secara rutin[24] dilakukan <i>jartest</i> setiap kali terjadi perubahan dalam kondisi air, termasuk perubahan musim. [23]
5	<i>Measure</i>	- Metode pengukuran kurang tepat - Pencatatan data kurang tepat - Ala ukur kurang akurat	Peningkatan akurasi alat ukur dapat dilakukan melalui pengujian dan kalibrasi rutin untuk meminimalkan kesalahan pengukuran kualitas air[25]

Berdasarkan tabel 4. hasil analisis menggunakan 5M *checklist*, faktor penyebab ketidakstabilan kualitas air berasal dari faktor *man*, *machine*, *method*, *material*, dan *measurement*. Usulan perbaikan dilakukan melalui peningkatan ketelitian operator dan kepatuhan terhadap SOP, pemeliharaan filter dan peralatan secara rutin, pengaturan dosis koagulan serta jadwal *backwash* yang tepat, pemantauan kualitas air baku saat musim hujan, serta kalibrasi alat ukur dan perbaikan pencatatan data agar proses pengolahan air lebih stabil dan kualitas air memenuhi standar yang ditetapkan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, analisis menggunakan metode *Statistical Quality Control* (SQC) menunjukkan bahwa proses pengolahan air di PT XYZ belum terkendali secara statistik karena masih terdapat titik pengamatan yang melebihi batas kendali. Analisis *Root Cause Analysis* (RCA) mengidentifikasi penyebab ketidakstabilan berasal dari faktor *man*, *machine*, *method*, *material*, dan *measurement*. Berdasarkan hasil tersebut, disusun rekomendasi perbaikan melalui 5M *Checklist* untuk meningkatkan kestabilan proses pengolahan air dan menjaga kualitas air sesuai standar yang ditetapkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo (UMSIDA) serta perusahaan PT XYZ atas kesempatan, bantuan, dan penyediaan data selama proses penelitian ini berlangsung

REFERENSI

- [1] A. Y. Pratama and I. Marodiyah, "Integrated Analysis of Water Quality in Treatment Plants : Physicochemical and Biological Assessments Analisis Terpadu Kualitas Air di Instalasi Pengolahan : Penilaian Fisikokimia dan Biologis," vol. 7, pp. 481–486, 2024.
- [2] M. K. Hassan, "Management of Industrial Wastewater Quality Using IoT," *SSRN Electron. J.*, vol. 5, no. 4, pp. 103–116, 2024, doi: 10.2139/ssrn.4920201.
- [3] H. Harmiyati, "Tinjauan Proses Pengolahan Air Baku (Raw Water) Menjadi Air Bersih Pada Sarana," *J. Saintis*, vol. 18, no. 1, pp. 1–15, 2018.
- [4] R. P. Dwidewitra, "Pengaruh Konsentrasi Koagulan Terhadap Proses Pengolahan Air Di PDAM Surya Sembada Kota Surabaya," vol. 2, no. 2, pp. 145–153, 2024.
- [5] A. Mustika, A. Meilyna, R. Dini, M. N. Ramadan, and N. Sofia, "JURNAL JERNIH Vol . 3 No . 2 , Desember Tahun 2025 ISSN : 3025-3853 Kajian Kualitas Air Sumur di Beberapa Wilayah Kabupaten Jember Berdasarkan Parameter Turbiditas , pH , dan TDS ISSN : 3025-3853 Air merupakan sumber daya alam yang memiliki peranan vital , " vol. 3, no. 2, pp. 84–95, 2025.
- [6] A. Domoń, D. Papciak, and B. Tchórzewska-Cieślak, "Influence of Water Treatment Technology on the Stability of Tap Water," *Water (Switzerland)*, vol. 15, no. 5, 2023, doi: 10.3390/w15050911.
- [7] Y. Nopan Bagas, N. Dwi Dharmawati, H. Jurusan Teknik Pertanian, F. Teknologi Pertanian, and I. Pertanian Stiper Yogyakarta Jl, "Analisis Perubahan Curah Hujan Terhadap Dosis Bahan Kimia di Water Treatment Plant di Pabrik Kelapa Sawit," *e) AE Innov. J.*, vol. 2, no. 01, pp. 2985–7244, 2024, doi: 10.55180/aei.v2i1.801.
- [8] Silvia Intan Suviatna, Rita Tri Yusnita, and Depy Muhamad Pauzy, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk dengan Menggunakan Metode Statistical Quality Control (SQC)," *J. Penelit. Ekon. Manaj. dan Bisnis*, vol. 3, no. 4, pp. 362–378, 2024, doi: 10.55606/jekombis.v3i4.4463.
- [9] S. Lestari, M. Y. Zahrowain, and Z. Muttaqien, "Penerapan Metode Rca Untuk Menentukan Akar Penyebab Waste Pada Proses Pencucian Reaktor Dan Blending Tank Di Departemen Produksi 2," *J. Ind. Manuf.*, vol. 9, no. 1, p. 9, 2024, doi: 10.31000/jim.v9i1.10989.

- [10] N. Jenita Marbun, J. Suarlin, D. Kurnianti, and R. Artikel, "Jurnal Sains Ekonomi dan Edukasi Pengendalian Kualitas pada Proses Produksi Air Bersih di PT Dumai Tirta Persada INFO ARTIKEL," vol. 1, no. 10, pp. 885–896, 2024, [Online]. Available: <https://doi.org/10.62335>
- [11] R. Santika, R. Chandra, and U. S. Langsa, "Analisis Pengawasan Produksi Dalam Meningkatkan Kualitas Air Pada Perumda Air Minum Tirta Keumueneng Kota Langsa," vol. 4, pp. 64–76, 2026.
- [12] Anggi Riska Devi and Widya Setiafindari, "Upaya Peningkatan Kualitas Produk Engine Pulley Yst Pro Menggunakan Metode Seven Tools Dan Kaizen Five M Checklist Di Pt Mitra Rekatama Mandiri," *J. Ilm. Tek. Mesin, Elektro dan Komput.*, vol. 3, no. 2, pp. 192–204, 2023, doi: 10.51903/juritek.v3i2.1743.
- [13] R. Pramanda, W. Sabardi, and Dewiyana, "Analisis Pengendalian Mutu Dry Rubber Content (DRC) Menggunakan Metode Peta Control Chart di PT. SEMADAM," *JURUTERA - J. Umum Tek. Terap.*, vol. 8, no. 02, pp. 14–19, 2021, doi: 10.55377/jurutera.v8i02.5486.
- [14] S. Anggraini and M. Waluyo, "Analysis of Noise Level in the Workmanship Workshop Area of PT Berkah Anugerah Inti Semesta Departmental Signs with Control Chart $\bar{X}$ and R: Analisis Tingkat Kebisingan di Area Workshop dalam Pengerjaan Rambu Pendahulu Petunjuk Jurusan di PT Berkah Anuger," *JATI EMAS (Jurnal Apl. Tek. dan Pengabd. Masyarakat)*, vol. 9, no. 1, pp. 165–170, 2025.
- [15] E. P. D. Boangmanalu, A. B. Pratama, J. F. H. Saragi, and Sehat, "The Analisis Pengendalian Kualitas Hasil Uji Tarik Material Plat ST 37 Dengan Menggunakan Metode SPC," ... (*Mesin Elektro Sipil* ...), vol. 5, no. 1, pp. 1–10, 2024,
- [16] J. A. Gultom *et al.*, "EVALUASI STABILITAS PROSES PRODUKSI GLISERIN BERBASIS STATISTICAL PROCESS CONTROL $\bar{X}$ DAN R," vol. 6, no. 2, pp. 69–77, 2025.
- [17] J. Agroindustri *et al.*, "PENGENDALIAN KUALITAS CRUDE PALM OIL (CPO) DENGAN METODE SPC MENGGUNAKAN PETA KENDALI $\bar{X}$ - BAR DAN R - CHART DI PT XY," pp. 126–137, 2026.
- [18] S. Kasus and C. V Smy, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Tas Ransel Menggunakan Metode FMEA Dan RCA," vol. 5, no. 1, pp. 585–595, 2026.
- [19] A. A. Mahendra, Y. Wibowo, and ..., "Penerapan Six Sigma dalam Pengendalian Kualitas Produk AMDK 'Afiyah' pada PT Bakid Karunia Sejahtera Lumajang," *J. Optimasi* ..., pp. 88–98, 2025,
- [20] P. A. Irawan and L. Lukmandono, "Optimasi Human Error pada Proses Produksi Air Minum Dalam Kemasan di PT. Telaga Tanjung Pomasda Nganjuk," *JURMATIS (Jurnal Manaj. Teknol. dan Tek. Ind.)*, vol. 6, no. 2, 2024, doi: 10.30737/jurmatis.v6i2.5427.
- [21] Nasrullah, "Analisis Pengaruh Media Filtrasi Pengolahan Air Bersih Terhadap Efektivitas Biaya Produksi Studi Kasus Di Pt. Maligi Permata Industrial Estate," vol. 6, no. 2, 2020, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/381123292>
- [22] D. Fitria, A. S. Putri, and J. Asmura, "Pengaruh Hujan Terhadap Dosis Terbaik Koagulan PAC Untuk Menyisihkan Kekeruhan Air Baku di Pekanbaru," vol. 11, no. 2, pp. 57–68, 2026.
- [23] P. N. Fatekhah and A. Amalia, "Penentuan Dosis Koagulan dan Persentase Kebutuhan Air pada Pemanfaatan Air Backwash Unit Filtrasi dan Sludge Unit Clearator di IPAM Surabaya," *J. TESLINK Tek. Sipil dan Lingkung.*, vol. 6, no. 1, pp. 88–95, 2024, doi: 10.52005/teslink.v6i1.316.
- [24] S. D. Rizki, "Peningkatan kualitas air dengan menggunakan sistem filtrasi pada pengolahan air baku," *REKAYASA J. Ilm. Fak. Tek. Univ. Lampung*, vol. 25, no. 1, pp. 19–22, 2021, doi: 10.23960/rekrjits.v25i1.20.
- [25] A. B. Fakhrizal, Y. Romdania, E. P. Wahono, and A. Herison, "Kalibrasi Alat Ukur Sedimen Tersuspensi Berbasis Turbidity Sensor," *J. Rekayasa Sipil dan Desain*, vol. 10, no. 4, pp. 591–604, 2022, doi: 10.23960/jrsdd.v10i4.2857.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.