

Analisis Korelasi Antara Kadar Sisa Klor dan pH Pada Air Bersih PDAM Surabaya

Nara Naomi Aprilia Putri dan Aussie Amalia*

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

Email Korespondensi: aussieamalia.tl@upnjatim.ac.id

ABSTRAK

Kata Kunci:

Air Bersih,, pH, Sisa Klor

Air bersih merupakan air sungai yang dikelola oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) menjadi air yang sudah memenuhi peraturan yang telah ditetapkan. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 736/Menkes/PER/VI/2010 dan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/Menkes/PER/IV/2010, salah satu parameter yang dikelola adalah menghilangkan partikel (bakteri patogen), menghilangkan kadar sisa klor dan menjaga pH yang ada pada air bersih tersebut. Tujuan penelitian ini merupakan menganalisis korelasi antara sisa klor dan pH dalam air bersih. Penelitian ini merupakan penelitian yang menggunakan data selama 2 bulan pada tahun 2022 yaitu pada bulan agustus dan september. Data tersebut dimasukkan kedalam software *Minitab 17* dengan metode uji normalitas, korelasi dan regresi linear sederhana. Hasil yang didapatkan pada penelitian ini adalah pada bulan agustus dan september memiliki hasil yang hampir sama. Hasil pada bulan agustus memiliki korelasi sangat kecil sampai dapat dikatakan tidak memiliki korelasi antara sisa klor dan pH, sedangkan pada bulan september memiliki korelasi antara sisa klor dan pH yang kecil.

Keyword:

Clean Water, pH, Residual Chlorine

ABSTRACT

Clean water is river water that is managed by the Regional Drinking Water Company (PDAM) into water that meets predetermined regulations. According to the Regulation of the Minister of Health of the Republic of Indonesia Number 736/Menkes/PER/VI/2010 and the Regulation of the Minister of Health of the Republic of Indonesia Number 492/Menkes/PER/IV/2010, one of the parameters managed is to remove particles (pathogenic bacteria), remove residual chlorine levels and maintain the pH in the clean water. The purpose of this study is to analyze the correlation between residual chlorine and pH in clean water. This research is a study that uses data for 2 months in 2022, namely in August and September. The data was entered into Minitab 17 software with normality, correlation and simple linear regression test methods. The results obtained in this study are in August and September have almost the same results. The results in August have a very small correlation that can be said to have no correlation between residual chlorine and pH, while in September has a small correlation between residual chlorine and pH.

1. PENDAHULUAN

Air bersih merupakan salah satu kebutuhan dasar dalam kehidupan manusia dikarenakan banyak kegiatan pada manusia yang memerlukan air bersih, seperti MCK (Mandi, Cuci, Kakus). Sehingga adanya air bersih dan kualitas air yang baik sangat dibutuhkan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat (Dharmayanthie, 2022). Sumber air bersih yang umumnya dimanfaatkan oleh manusia berasal dari sungai yang telah diolah oleh PDAM. PDAM merupakan perusahaan daerah yang mengolah baku mutu air baku menjadi air bersih. Salah satu cabang PDAM yang mengelola air baku menjadi air bersih adalah PDAM Ngagel 1 Surabaya.

Dalam PDAM Ngagel 1 Surabaya air baku yang didapatkan berasal dari Sungai Jagir Surabaya yang kemudian dikelola menjadi air bersih yang tidak melebihi baku mutu yang ada.

Standart baku mutu yang diikuti oleh PDAM Ngagel 1 Surabaya dapat dilihat pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 736/Menkes/PER/VI/2010 dan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/Menkes/PER/IV/2010. Dalam peraturan tersebut disebutkan bahwa terdapat beberapa parameter yang perlu diteliti supaya tidak melebihi baku mutu yang ada. Hal tersebut perlu diteliti dikarenakan jika air bersih tidak memenuhi baku mutu yang ada pada peraturan, maka akan dapat menimbulkan potensi yang membahayakan kesehatan masyarakat. Salah satu parameter yang diatur dalam peraturan tersebut adalah parameter bakteri patogen, sisa klor dan pH.

Air sungai yang digunakan sebagai air baku tentu masih mengandung beberapa indikator yang membuat kualitas air menurun. Sehingga diperlukannya beberapa pengolahan yang dapat menurunkan indikator supaya kualitas air meningkat,

seperti koagulasi-flokulasi, sedimentasi, filtrasi, desinfeksi dan sebagainya (Ijlal Ramadhan & Ratni J.A.R, 2021). Salah satu proses yang penting untuk mendapatkan air bersih yang baik yaitu dengan adanya proses desinfeksi dikarenakan proses desinfeksi berguna sebagai menghilangkan bakteri patogen. Jika dalam air bersih masih terdapat bakteri patogen maka dapat menimbulkan penyakit bagi masyarakat jika dikonsumsi dari proses pencucian dan sebagainya. Desinfektan yang digunakan pada PDAM Ngagel 1 Surabaya adalah senyawa klor. Senyawa ini dipilih karena memiliki harga yang ekonomis, tidak menimbulkan bau dan memiliki stabilitas yang aman (Sofia & Riduan, 2017).

Namun dalam proses klorinasi menghasilkan sisa klor yang memiliki 2 bentuk, yaitu sisa klor bebas dan sisa klor terikat. Pada sisa klor bebas, klorin diikat secara alamiah dalam air. Sedangkan sisa klor bebas, bila klor ditambahkan secukupnya untuk memproduksi klor bebas (Sofia & Riduan, 2017). Tak hanya itu, keberadaan kandungan sisa klor dalam air jika terlalu tinggi dapat mengakibatkan bau kaporit yang tajam dan dapat membahayakan kesehatan manusia yang diakibatkan adanya senyawa Trihalomethane (THM) yang menyebabkan produk sisa klorinasi akan bersifat karsinogenik (Fuadi, 2012). Sehingga senyawa klor bebas yang diperbolehkan adalah 0,2 – 1 mg/l yang dapat dilihat pada Permenkes Nomor 736/Menkes/PER/VI/2010 tentang persyaratan kualitas air minum.

Selain itu parameter yang perlu diperhatikan untuk mendapatkan air bersih yang baik yaitu pH. Dalam air bersih yang baik merupakan air yang memiliki pH air yang tidak asam dan tidak basa (netral). Menurut Permenkes Nomor 492/Menkes/SK/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum, pH yang diperbolehkan dalam air bersih adalah 6,5-8,5. pH dalam air bersih perlu diperhatikan dikarenakan untuk mencegah terjadinya pelarutan logam berat dan korosi pada jaringan distribusi air (Gusril, 2016). Pada penelitian ini memiliki tujuan untuk menganalisis korelasi antara sisa klor dan pH dalam air bersih yang ada pada PDAM Ngagel 1 Surabaya. Dengan adanya analisis korelasi pada sisa klor dan pH diharapkan dapat mengetahui keadaan sisa klor dapat mempengaruhi pH pada air bersih.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan metode kuantitatif dengan data sekunder. Data sekunder merupakan data yang didapatkan dari hasil pengujian pada PDAM Ngagel 1 Surabaya. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah kadar sisa klor dan pH selama 2 bulan, yaitu pada bulan agustus dan bulan september tahun 2022. Pengambilan data tersebut diambil pada pukul 07.00-08.00 WIB. Bulan tersebut dipilih dikarenakan pada bulan agustus merupakan salah satu bulan pada musim kemarau, sedangkan pada bulan september merupakan salah satu bulan pada musim hujan.

Pada penelitian ini data akan dianalisis menggunakan software *Minitab* 17. Software *Minitab* adalah software statistika yang dirancang untuk melakukan pengolahan statistika. Metode yang digunakan pada pengolahan data adalah uji normalitas yang dilanjutkan dengan uji korelasi dan uji regresi linear sederhana. Hasil yang didapatkan akan dijelaskan dengan menggunakan grafik dan menganalisis deskriptif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Sisa Klor dan pH Pada Bulan Agustus dan September

Dalam melakukan analisis sisa klor dan pH diperlukannya data sekunder untuk mengetahui hubungan antar dua variabel tersebut. Data sisa klor dan pH dapat dilihat pada tabel-1 dan tabel 2 berikut :

Tabel 1. Data Sisa Klor dan pH Pada Bulan Agustus
BULAN AGUSTUS

Tanggal	Parameter	
	Sisa Klor (mg/L)	pH
01/08/22	1,00	7,35
02/08/22	0,80	7,25
03/08/22	0,53	7,32
04/08/22	0,81	7,16
05/08/22	0,80	7,06
06/08/22	1,00	7,30
07/08/22	1,00	7,04
08/08/22	1,00	7,67
09/08/22	1,00	6,83
10/08/22	1,03	7,14
11/08/22	0,93	7,28
12/08/22	0,67	7,29
13/08/22	0,61	7,15
14/08/22	0,60	7,24
15/08/22	1,10	7,12
16/08/22	0,79	7,17
17/08/22	0,90	7,21
18/08/22	0,99	7,05
19/08/22	0,98	7,14
20/08/22	1,00	7,04
21/08/22	0,80	6,88
22/08/22	0,80	7,38
23/08/22	1,00	7,01
24/08/22	0,80	7,12
25/08/22	0,79	7,00
26/08/22	0,80	7,10
27/08/22	0,93	6,97
28/08/22	0,88	6,95
29/08/22	0,83	7,19
30/08/22	0,81	7,02
31/08/22	0,50	7,10

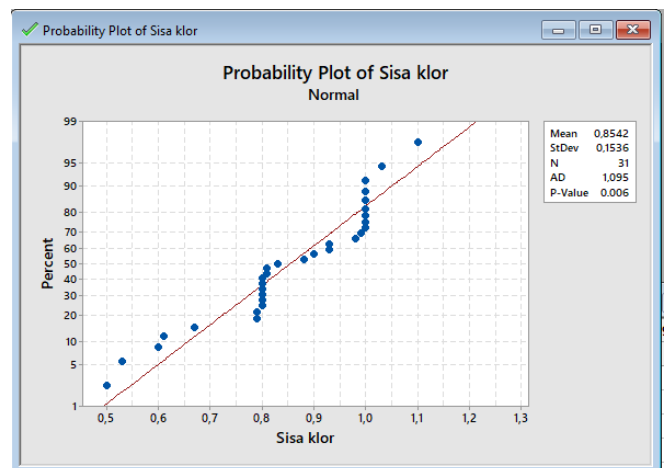
Tabel 2. Data Sisa Klor dan pH Pada Bulan September
BULAN SEPTEMBER

Tanggal	Parameter	
	Sisa Klor (mg/L)	pH
01/09/22	1,00	6,97
02/09/22	0,90	6,97
03/09/22	0,78	7,01
04/09/22	0,82	7,02
05/09/22	0,67	7,17
06/09/22	0,93	6,96
07/09/22	0,75	7,13
08/09/22	0,63	7,06
09/09/22	0,16	7,06
10/09/22	0,60	6,91
11/09/22	0,80	7,10
12/09/22	0,85	7,38
13/09/22	0,84	6,95
14/09/22	0,80	6,80
15/09/22	1,13	6,82
16/09/22	0,56	7,19
17/09/22	0,80	7,01
18/09/22	1,00	7,22
19/09/22	0,46	7,20
20/09/22	0,99	7,23
21/09/22	0,30	7,19
22/09/22	0,96	7,19
23/09/22	1,16	7,22
24/09/22	0,52	7,09
25/09/22	0,42	7,32
26/09/22	0,94	7,19
27/09/22	0,70	7,46
28/09/22	1,02	7,56
29/09/22	0,28	7,60
30/09/22	0,55	7,68

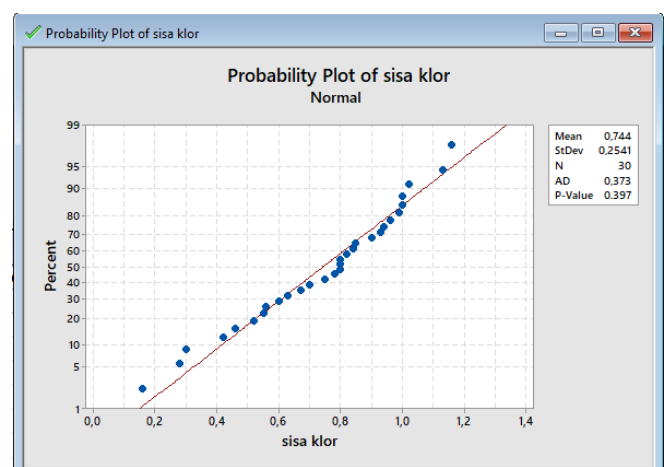
3.2 Analisis Statistik Uji Normalitas Antara Sisa Klor dan pH Pada Bulan Agustus dan September

Uji normalitas merupakan uji untuk mendapatkan keputusan apakah dalam sebuah data yang digunakan terdistribusi normal ataukah tidak. Pada uji normalitas ini jika hasil yang didapatkan memiliki nilai p-value dibawah 0,05 (5%) berarti data yang di uji tidak terdistribusi normal, sedangkan jika nilai p-value diatas 0,05 (5%) maka data yang diuji terdistribusi normal. Selain itu cara lain dari menentukan terdistribusi normal atau tidaknya sebuah data dapat dilihat pada titik pada grafik. Jika titik pada grafik mendekati garis lurus maka data yang menyebar normal, sedangkan jika titik

pada gambar grafik tidak mendekati garis lurus maka data tidak menyebar dengan normal. Hasil yang didapatkan dari uji normalitas pada bulan agustus (pada musim kemarau) dan pada bulan september (pada musim hujan) dengan menggunakan software minitab yaitu:



Gambar 1. Hasil Uji Normalitas Sisa Klor Pada Bulan Agustus



Gambar 2. Hasil Uji Normalitas Sisa Klor Pada Bulan September

Jika dilihat pada gambar-1 hasil uji nilai normalitas pada parameter sisa klor pada bulan agustus didapatkan hasil p-value sebesar 0,006 (0,6%) yang berartikan bahwa nilai p-value lebih kecil dari 0,05 (5%) dan titik pada grafik tidak mendekati garis lurus, sehingga dapat diartikan bahwa data yang diujikan tidak terdistribusi normal. Sedangkan hasil uji normalitas pada bulan september yang ada pada gambar-2 yaitu sebesar 0,397 (39,7%) yang berartikan bahwa nilai p-value lebih besar dari 0,05 (5%) dan titik pada grafik mendekati garis lurus, sehingga dapat diartikan bahwa data yang diujikan terdistribusi normal.

3.3 Analisis Statistik Uji Korelasi Antara Sisa Klor dan pH Pada Bulan Agustus dan September

Setelah mendapatkan hasil running uji normalitas, selanjutnya data akan diuji secara korelasi. Tujuan dari uji korelasi adalah untuk mencari hubungan antara dua variabel yang sifatnya kuantitatif. Hasil pada uji korelasi ini dapat

dikatakan memiliki sifat berhubungan jika hasil yang didapatkan terdapat tanda minus (-) atau tanda positif (+).

Jika nilai korelasi yang didapatkan bertanda minus (-) maka hubungan diantara keduanya bersifat berbanding terbalik, dimana semakin tinggi nilai variabel X maka nilai variabel Y akan semakin rendah, dan begitu sebaliknya. Namun jika nilai korelasi bertanda positif (+) maka hubungan diantara keduanya bersifat berbanding lurus, dimana semakin tinggi nilai variabel X maka nilai variabel Y juga semakin tinggi, dan begitu sebaliknya.

Selain itu untuk menentukan bahwa adanya hubungan keeratan antara satu sama lain dapat dilihat pada nilai p-value pada uji korelasi yang lebih kecil dari 0,05 (5%) dan dapat dilihat dari tabel interpretasi besarnya nilai koefisien.

Tabel 3. Tabel Interpretasi Besarnya Nilai Koefisien Korelasi

Nilai Koefisien	Hubungan Keeratan Variabel
0 - 0,2	Sangat lemah
0,2 – 0,4	Lemah
0,4 – 0,7	Cukup kuat
0,7 – 0,9	Kuat
0,9 - 1	Sangat kuat

Jika dilihat dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa jika mendekati -1 atau 1 maka hubungan keeratan dua variabel akan semakin kuat, namun jika nilai mendekati 0 maka hubungan keeratan dua variabel akan semakin lemah.

Correlation: Sisa klor; pH

Pearson correlation of Sisa klor and pH = -0,091
P-Value = 0,626

Gambar 3. Hasil Uji *Korelasi* Antara Sisa Klor dan pH Pada Bulan Agustus

Correlation: sisa klor; pH

Pearson correlation of sisa klor and pH = -0,245
P-Value = 0,192

Gambar 4. Hasil Uji *Korelasi* Antara Sisa Klor dan pH Pada Bulan September

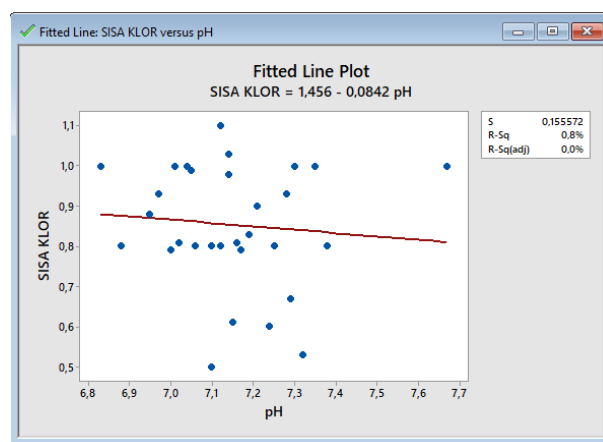
Hasil uji korelasi antara sisa klor dan pH pada bulan agustus (musim kemarau) dapat dilihat pada gambar-3, didapatkan sebesar -0,091 yang berartikan bahwa korelasi antara sisa klor dan pH memiliki sifat berbanding terbalik dan jika dilihat pada nilai koefisiensinya memiliki arti keerataan antara variabel X (sisa klor) dan variabel Y (pH) memiliki keeratan satu sama lain yang sangat lemah. Selain itu hasil yang didapatkan pada nilai p-value sebesar 0,626 (62,6%) yang berartikan tidak ada korelasi yang signifikan dikarenakan nilai p-value lebih besar dari 0,05 (5%).

Sedangkan jika dilihat pada gambar-4 hasil uji nilai korelasi antara sisa klor dan pH pada bulan september (musim hujan) didapatkan hasil sebesar -0,245 yang berartikan bahwa korelasi antara sisa klor dan pH memiliki sifat berbanding

terbalik dan jika dilihat pada nilai koefisiensinya memiliki arti keerataan antara variabel X (sisa klor) dan variabel Y (pH) memiliki keeratan satu sama lain yang lemah. Selain itu hasil yang didapatkan pada nilai p-value sebesar 0,192 (19,2%) yang berartikan tidak ada korelasi yang signifikan dikarenakan nilai p-value lebih besar dari 0,05 (5%).

3.4 Analisis Statistik Uji Regresi Linear Sederhana Antara Sisa Klor dan pH Pada Bulan Agustus dan bulan September

Setelah mendapatkan hasil running uji korelasi, selanjutnya data akan diuji secara regresi linear sederhana. Tujuan dari uji regresi linear sederhana adalah untuk meneliti adakah pengaruh variabel independen (bebas) terhadap variabel dependen (terikat).



Gambar 5. Hasil Uji *Regresi Linear* Antara Sisa Klor dan pH Pada Bulan Agustus

Regression Analysis: Sisa klor versus pH

The regression equation is
Sisa klor = 1,456 - 0,0842 pH

S = 0,155572 R-Sq = 0,8% R-Sq(adj) = 0,0%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0,005882	0,0058824	0,24	0,626
Error	29	0,701872	0,0242025		
Total	30	0,707755			

Gambar 6. Hasil Analisis Uji *Regresi Linear* Antara Sisa Klor dan pH Pada Bulan Agustus

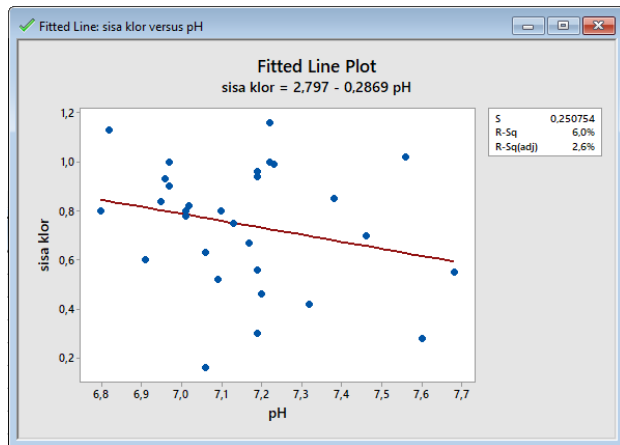
Hasil yang didapatkan pada bulan agustus (musim kemarau) adalah persamaan regresi yang dapat dilihat pada gambar-5.

$$\text{Sisa Klor} = 1,456 - 0,0842 \text{ pH}$$

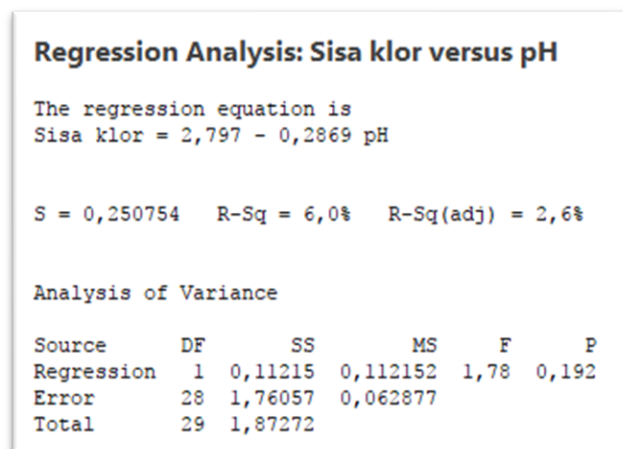
Hasil dari persamaan diatas dapat diartikan bahwa hubungan antara variabel independen (pH) dengan variabel dependen (Sisa Klor) bersifat berbanding terbalik. Sifat berbanding terbalik disini didapatkan dari tanda negatif (-) yang memiliki arti bahwa semakin tinggi nilai variabel X (pH) maka nilai variabel Y (sisa klor) akan semakin rendah. Sehingga setiap

kenaikan dalam pH akan mengakibatkan penurunan sebesar 0,0842 dalam parameter sisa klor.

Hasil selanjutnya yang dapat dijabarkan pada gambar-6 yang menunjukkan bahwa nilai R-Sq (adj) atau R-Square Adjust yang bernilai 0,0%, sehingga dapat diartikan bahwa pH memiliki pengaruh sebesar 0,0% (tidak memiliki pengaruh). Selain itu hasil pada gambar-6 didapatkan nilai p-value sebesar 0,626 (62,6%) yang dimana nilai tersebut lebih besar dari 0,05 (5%). Sehingga dapat diartikan bahwa tidak ada korelasi yang signifikan.



Gambar 7. Hasil Uji Regresi Linear Antara Sisa Klor dan pH Pada Bulan September



Gambar 8. Hasil Analisis Uji Regresi Linear Antara Sisa Klor dan pH Pada Bulan September

Sedangkan jika melihat hasil persamaan regresi pada bulan september (musim hujan) yang dapat dilihat pada gambar-7.

$$\text{Sisa Klor} = 2,797 - 0,2869 \text{ pH}$$

Hasil dari persamaan tersebut dapat diartikan bahwa hubungan antara variabel independen (pH) dengan variabel dependen (Sisa Klor) bersifat berbanding terbalik. Sifat berbanding terbalik disini didapatkan dari tanda negatif (-) yang memiliki arti bahwa semakin tinggi nilai variabel X (pH) maka nilai variabel Y (sisa klor) akan semakin rendah. Sehingga setiap kenaikan dalam pH akan mengakibatkan penurunan sebesar 0,2869 dalam parameter sisa klor.

Hasil selanjutnya yang dapat dijabarkan pada gambar-8 yang menunjukkan bahwa nilai R-Sq (adj) atau R-Square Adjust yang bernilai 2,6%, sehingga dapat diartikan bahwa pH memiliki pengaruh sebesar 2,6%, sedangkan 97,4% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak diteliti atau yang tidak

terlihat. Selain itu hasil pada gambar-6 didapatkan nilai p-value sebesar 0,192 (19,2%) yang dimana nilai tersebut lebih besar dari 0,05 (5%). Sehingga dapat diartikan bahwa tidak ada korelasi yang signifikan.

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis data penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut :

(1) Hasil pada uji normalitas pada bulan agustus tidak terdistribusi normal dikarenakan nilai p-value lebih kecil dari 0,05 (5%) dan titik pada grafik tidak mendekati garis, sedangkan pada bulan September terdistribusi normal dikarenakan nilai p-value lebih besar dari 0,05 (5%) dan titik pada grafik mendekati garis.

(2) Hasil uji korelasi pada bulan agustus memiliki sifat berbanding terbalik dan memiliki keeratan variabel satu sama lain yang sangat lemah dikarenakan nilai koefisiensi yang didapatkan sebesar -0,091. Sedangkan hasil uji korelasi pada bulan september memiliki sifat berbanding terbalik dan memiliki keeratan variabel satu sama lain yang lemah dikarenakan nilai koefisiensi yang didapatkan sebesar -0,245.

(3) Hasil uji regresi linear sederhana pada bulan agustus dan september memiliki sifat berbanding terbalik. Namun pada bulan agustus tiap ada kenaikan dalam pH akan mengakibatkan penurunan sebesar 0,0842 dalam parameter sisa klor. Sedangkan hasil uji pada bulan september tiap ada kenaikan dalam pH akan mengakibatkan penurunan sebesar 0,2869 dalam parameter sisa klor.

(4) Hasil R-Sq (adj) atau R-Square Adjust pada bulan agustus sebesar 0,0%, sehingga dapat diartikan bahwa pH memiliki pengaruh sebesar 0,0% (tidak memiliki pengaruh). Sedangkan untuk bulan september sebesar 2,6%, sehingga dapat diartikan bahwa pH memiliki pengaruh sebesar 2,6% dan untuk 97,4% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak diteliti atau yang tidak terlihat.

(5) Hasil p-value yang didapatkan pada uji korelasi dan regresi linear sederhana pada bulan agustus didapatkan sebesar 0,626 (62,6%) dan pada bulan september p-value yang didapatkan sebesar 0,192 (19,2%). Sehingga pada kedua bulan tersebut menandakan bahwa tidak ada korelasi yang signifikan dikarenakan p-value lebih besar dari 0,05 (5%).

(6) Hasil yang didapatkan pada bulan agustus dan september memiliki hasil yang hampir sama namun jika dilihat dari angka yang didapatkan pada bulan agustus memiliki korelasi yang sangat kecil sampai dapat dikatakan tidak memiliki korelasi antara dua variabel (sisa klor dan pH). Sedangkan pada bulan september masih terdapat korelasi antara dua variabel (sisa klor dan pH) walaupun sangat kecil.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Ibu Aussie Amalia selaku dosen pembimbing yang sudah membimbing, seluruh dosen Teknik Lingkungan UPN "Veteran" Jawa Timur dan pihak PDAM Ngagel 1 Surabaya yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini. Serta mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua dan teman – teman yang senantiasa mendukung dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Dharmayanthie, I. (2022). *Jurnal Ekonomi Teknologi & Bisnis (JETBIS) AIR BERSIH DI PDAM TIRTA DARMA AYU menerapkan Water Treatment Plant (WTP). Perusahaan PDAM Tirta Darma Ayu – Indramayu merupakan salah satu perusahaan Badan Usaha Milik Daerah (BUMD) di Indonesia yang mengo. 1(2), 57–65.*
- Fuadi, A. (2012). Pengaruh Residual Klorin Terhadap Kualitas Mikrobiologi pada Jaringan Distribusi Air Bersih (Studi Kasus : Jaringan Distribusi Air Bersih IPA Cilandak). *Skripsi FT UI, 5(2), 124.* <http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/81038>
- Gusril, H. (2016). Studi Kualitas Air Minum PDAAM Di Kota Duri Riau. *Geografi, 8(8), 1–7.*
- Ijlal Ramadhan, A., & Ratni J.A.R, N. (2021). Analisa Keberadaan Sisa Klor Bebas Pada Jaringan Distribusi Pdam Kabupaten Bantul Dengan Epanet 2.0. *EnviroUS, 1(2), 41–48.* <https://doi.org/10.33005/enviroUS.v1i2.35>
- Kementerian Kesehatan RI. (2010). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air Minum. Nomor 736/Menkes/Per/vi/2010. In *Peraturan Menteri Kesehatan* (pp. 1–25).
- Permenkes RI. (2010). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. In *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia* (p. MENKES).
- Sofia, E., & Riduan, R. (2017). Evaluasi Dan Analisis Pola Sebaran Sisa Klor Bebas Pada Jaringan Distribusi Ipa Sungai Lulut Pdam Bandarmasih. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan), 3(2), 33–52.* <https://doi.org/10.20527/jukung.v3i2.4023>