

Optimasi Dosis Koagulan Aluminium Sulfat $Al_2(SO_4)_3$ Pada Ipam PT Hanarida Tirta Birawa Sidoarjo

Nursinta Abadiyah

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

Yayok Suryo Purnomo

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

Alamat: Jalan Rungkut Madya No.1, Gn. Anyar, Kec. Gunung Anyar, Kota Surabaya, Jawa Timur 60294

Korespondensi penulis: yayoksp.tl@upnjatim.ac.id
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

Abstract. *In drinking water treatment plants, there is a coagulation unit that requires coagulant substances. Coagulant dosage determination can be done using the jar test method. By carrying out a jar test, the correct dose will be known so that the coagulation process runs well, and the use of coagulants can be optimized. This research was carried out by analyzing jar test results from the company's internal laboratory for one week with two variations in jar test times in one day. The raw water used comes from shipping rivers with a company production capacity of 500 l/second. The dosage of Aluminum Sulphate coagulant used in the field is 165 mg/l, while the jar test results show that the optimum dosage is 140 mg/l. This research is expected to provide scientific information regarding determining coagulant dosage at IPAM PT Hanarida Tirta Birawa which makes it easier for installation operators.*

Keywords: *Turbidity, Jar test, Aluminium Sulfat*

Abstrak. Dalam instalasi pengolahan air minum, terdapat unit koagulasi yang membutuhkan zat koagulan. Penentuan dosis koagulan dapat dilakukan dengan metode jar test. Dengan dilakukannya jar test akan diketahui dosis yang tepat agar proses koagulasi berjalan dengan baik, serta penggunaan koagulan dapat dioptimalkan. Penelitian ini dilakukan dengan menganalisa hasil jar test dari laboratorium internal perusahaan selama satu minggu dengan dua variasi waktu jar test dalam satu hari. Air baku yang digunakan berasal dari sungai pelayaran dengan kapasitas produksi perusahaan sebesar 500 l/detik. Penggunaan dosis koagulan Aluminium Sulfat di lapangan sebesar 165 mg/l, sedangkan dari hasil jar test didapatkan dosis optimum sebesar 140 mg/l. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai penentuan dosis koagulan pada IPAM PT Hanarida Tirta Birawa yang memudahkan operator instalasi.

Kata kunci: *Turbidity, Jar test, Aluminium Sulfat*

LATAR BELAKANG

Dalam kehidupan sehari-hari, air merupakan kebutuhan yang paling krusial bagi masyarakat. Air yang biasa digunakan oleh masyarakat Indonesia pada umumnya yaitu masih memanfaatkan air permukaan seperti waduk, sungai, mata air, dan sumur sebagai sumber air bersih untuk memenuhi kebutuhan air sehari-hari (Novianti & Sulistyorini, 2022). Air permukaan tersebut memiliki berbagai kandungan yang dapat membahayakan kesehatan, karena banyak mengandung virus, bakteri, jamur, dan zat lainnya.

Received Mei 30, 2024; Accepted Juni 07, 2024; Published Juli 31, 2024

* Nursinta Abadiyah, yayoksp.tl@upnjatim.ac.id

Oleh karena itu, perlu dilakukan pengawasan dan pengelolaan air bersih yang digunakan masyarakat. Di Indonesia terdapat sebuah lembaga yang disebut PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) yang dipegang oleh pemerintah. PDAM sendiri tersedia di setiap kotamadya, kabupaten, dan provinsi di seluruh wilayah Indonesia. PDAM bertujuan untuk menyediakan air minum yang telah melewati proses pengolahan sehingga memenuhi syarat kualitas air minum dan melayani pendistribusian air bagi masyarakat (Novianti & Sulistyorini, 2022).

PDAM Delta Tirta yang berada di kota Sidoarjo bekerja sama dengan perusahaan yang bergerak dibidang pengolahan air minum, salah satunya yaitu PT Hanarida Tirta Birawa. Perusahaan tersebut melakukan pengolahan air dengan beberapa cara, baik secara fisika, kimia, dan juga biologi. Air baku yang digunakan oleh PT Hanarida Tirta Birawa berasal dari sungai pelayaran. PT Hanarida Tirta Birawa ini memiliki tiga Instalasi Pengolahan Air (IPA) dengan perbedaan kapasitas dan unit pengolahan diantara ketiganya.

Salah satu proses pengolahan air baku menjadi air bersih yaitu dapat menggunakan koagulasi. Koagulasi merupakan proses pembubuhan zat koagulan yang dalam penelitian ini menggunakan Aluminium Sulfat atau $Al_2(SO_4)_3$ dengan kecepatan pengadukan tertentu. Pengadukan dalam koagulasi dapat menggumpalkan partikel penyusun kekeruhan yang tidak bisa mengendap secara gravitasi, sehingga menjadi partikel yang lebih besar. Permasalahan dalam proses koagulasi ini salah satunya yaitu pemberian dosis koagulan Aluminium Sulfat yang seringkali tidak selinier dengan hasil koagulasi. Maka, dilakukan proses jarrest untuk dapat mengetahui dosis koagulan yang tepat dalam menyisihkan kekeruhan sehingga memenuhi persyaratan air minum menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 untuk kekeruhan tidak melebihi batas maksimal yaitu 5 NTU (Atikah et al., 2023). Dengan dilakukannya optimasi ini diharapkan dapat mengetahui dosis optimum sehingga penggunaan zat koagulan tidak berlebihan dan menekan biaya produksi.

KAJIAN TEORITIS

Instalasi Pengolahan Air Minum pada umumnya memiliki serangkaian unit pengolahan dengan fungsi dan kegunaan masing-masing. Dalam proses pengolahan air baku menjadi air minum, perlu dilakukan penyisihan parameter fisik, kimia, maupun biologi. Koagulasi merupakan salah satu unit yang sangat mempengaruhi penyisihan parameter fisik. Proses koagulasi sendiri membutuhkan bantuan bahan kimia yang sering disebut koagulan (HARDIKA & SURURI, 2023).

Jenis koagulan yang biasa digunakan biasanya yaitu Aluminium Sulfat (tawas) dan PAC. Aluminium sulfat merupakan jenis koagulan yang sering digunakan karena harganya yang relatif murah, efektif untuk menurunkan kekeruhan yang tinggi karena flok yang dihasilkan stabil, sedangkan kekurangan koagulan alum atau tawas yaitu jika Aluminium Sulfat bersifat cair dapat meningkatkan resiko penyumbatan pipa karena Al_2O_3 pada temperatur rendah dan konsentrasi tinggi. Selain itu, bila pemberian dosis koagulan tidak tepat maka dapat menyebabkan tingkat kekeruhan air meningkat (Mayasari et al., 2019).

Untuk penentuan dosis optimum dalam proses koagulasi yaitu dengan metode Jartest. Hal yang diperhatikan dalam jartest diantaranya dosis optimum, kecepatan pengadukan, serta waktu pengendapan flok. Apabila jartest dilakukan dengan benar, maka akan dapat menghasilkan informasi untuk membantu operator instalasi dalam mengoptimalkan proses koagulasi-flokulasi saat proses pengolahan air (Syahputra et al., 2022).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di sebuah perusahaan yang bergerak dibidang pengolahan air minum, yaitu PT Hanarida Tirta Birawa yang berada di Kecamatan Taman, Sidoarjo. Instalasi Pengolahan Air Minum pada PT Hanarida Tirta Birawa menggunakan air baku yang berasal dari sungai pelayaran. Kapasitas produksi yang dimiliki yaitu sebesar 500 l/detik, dengan unit pengolahan meliputi intake, bak pengumpul, koagulasi-flokulasi, clarifier, filter, break tank, serta reservoir. Selain itu, juga dilengkapi dengan fasilitas pendukung seperti ruang genset, ruang pompa, ruang trafo, ruang bahan kimia, ruang panel, area parkir, pos satpam, dan gedung kantor yang meliputi ruang kerja para pegawai, musholla, laboratorium, dapur, dan kamar mandi.

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif, dimana hasil penelitian dapat membantu evaluasi permasalahan untuk menentukan dosis koagulan. Metode pelaksanaan penelitian terdiri dari studi literatur, pengumpulan data, pengolahan data, analisis hasil yang menghasilkan kesimpulan penelitian. Penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder. Data primer diperoleh dari observasi unit koagulasi, wawancara dengan staff untuk mendapatkan informasi mengenai kondisi eksisting dan permasalahan, serta hasil jartest di laboratorium. Sedangkan data sekunder diambil secara tidak langsung berupa laporan penggunaan koagulan (Aluminium Sulfat).

Untuk optimasi dosis koagulan, maka dibutuhkan data hasil jartest yang dilakukan di laboratorium internal perusahaan, beserta data penggunaan koagulan dalam satu minggu pada instalasi pengolahan air minum PT Hanarida Tirta Birawa yang disajikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. Hasil Jartest dalam Satu Minggu

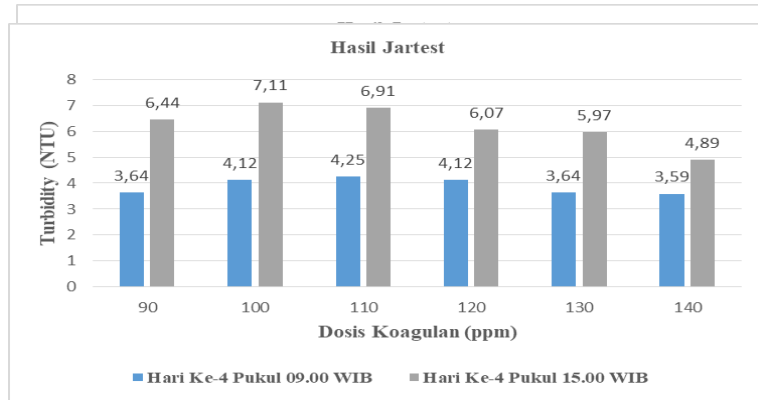
Hari	Waktu Jartest	Koagulan	Pengadukan Cepat		Pengadukan Lambat		Waktu Pengendapan	Turbidity Sebelum (NTU)	Turbidity Setelah (NTU)					
			waktu	rpm	waktu	rpm			90 ppm	100 ppm	110 ppm	120 ppm	130 ppm	140 ppm
1	09.00 WIB	Aluminium Sulfat	1,5 menit	180	15 menit	80	15 menit	40	4,66	4,09	4,68	4,21	4,29	3,91
	15.00 WIB							64,4	2,09	3,59	2,63	2,37	2,82	3,1
2	09.00 WIB							48	3,01	2,29	2,85	2,88	2,49	2,54
	15.00 WIB							56	6,15	3,12	2,78	2,43	2,43	2,09
3	09.00 WIB							124	2,18	4,71	3,89	4,12	4,27	3,03
	15.00 WIB							146	17,1	16,4	8,87	11,5	4,26	4,18
4	09.00 WIB							70,6	3,64	4,12	4,25	4,12	3,64	3,59
	15.00 WIB							88,6	6,44	7,11	6,91	6,07	5,97	4,89
5	09.00 WIB							78	3,78	4,11	4,13	3,45	3,8	3,51
	15.00 WIB							85,4	4,89	4,27	5,69	3,92	3,09	3,97
6	09.00 WIB							67,4	3,59	3,36	3,38	3,36	2,82	2,67
	15.00 WIB							75,3	4,18	5,59	4,86	4,66	4,79	4,18
7	09.00 WIB							72,5	3,1	3,28	3,64	3,53	3,31	3,71
	15.00 WIB							143	4,78	5,3	4,82	4,12	3,7	3,96

Tabel 2. Data Penggunaan Tawas dalam Satu Minggu

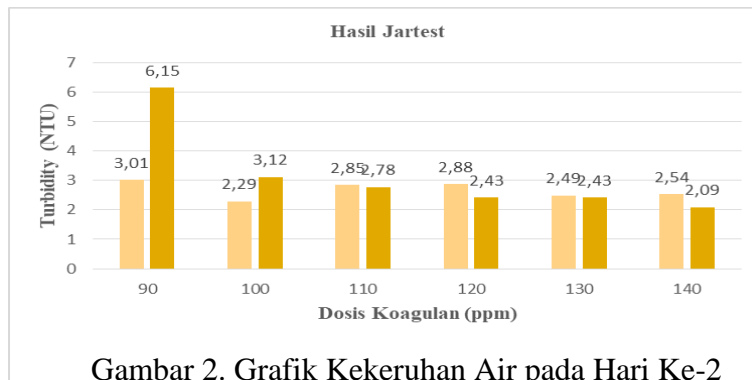
Hari	Penerimaan (liter)	Konsumsi (liter)
1	8.404	7.373
2	8.404	6.921
3	8.404	6.645
4	10.084	6.525
5	8.404	7.569
6	8.404	7.383
7	8.404	7.626
Total Konsumsi/minggu		50.042

HASIL DAN PEMBAHASAN

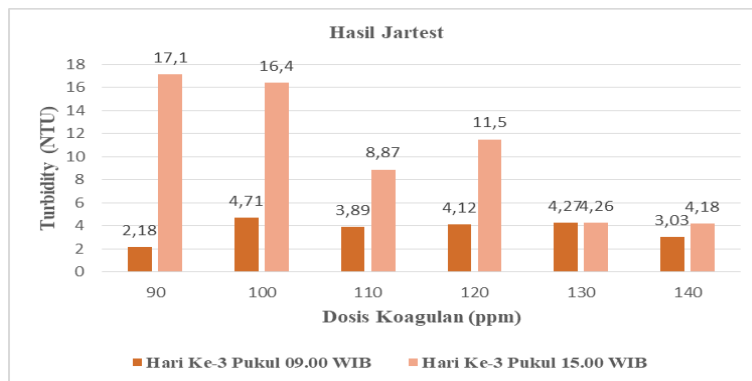
Dari data jartest yang telah dilakukan, maka dapat dilakukan analisis dosis optimum pada proses koagulas-flokulasi untuk tiap hari dengan variasi jartest yang dilakukan dua kali dalam satu hari yaitu pukul 09.00 WIB dan 15.00 WIB.



Gambar 1. Grafik Kekeruhan Air pada Hari Ke-1

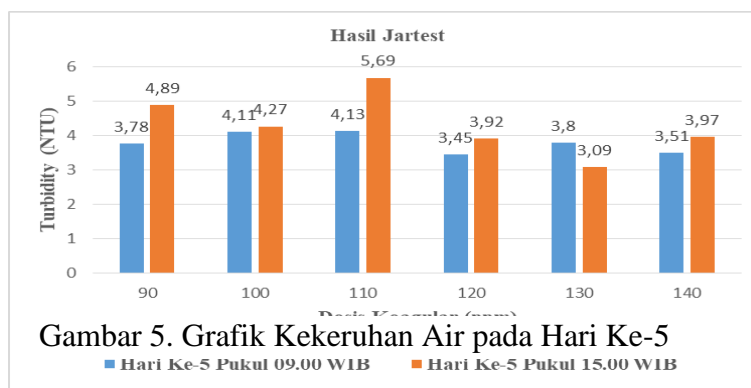


Gambar 2. Grafik Kekeruhan Air pada Hari Ke-2

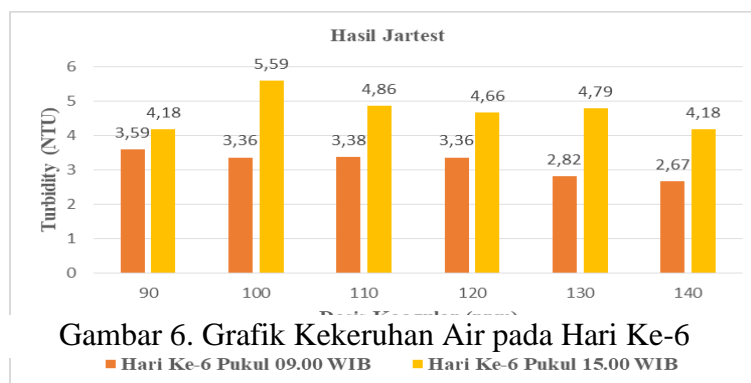


Gambar 3. Grafik Kekeruhan Air pada Hari Ke-3

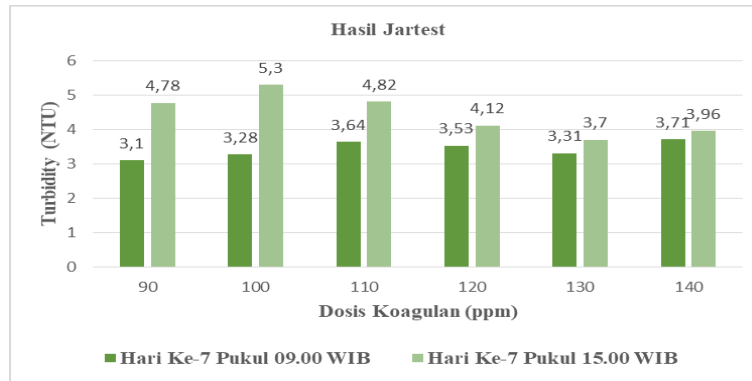
Gambar 4. Grafik Kekeruhan Air pada Hari Ke-4



Gambar 5. Grafik Kekeruhan Air pada Hari Ke-5



Gambar 6. Grafik Kekeruhan Air pada Hari Ke-6



Gambar 7. Grafik Kekeruhan Air pada Hari Ke-7

Dari gambar 1 sampai dengan gambar 7 diatas, pada hari pertama pada pukul 09.00 WIB kekeruhan air baku sebesar 40 NTU, dan penyisihan kekeruhan paling baik berada pada dosis koagulan 140 ppm dengan hasil akhir kekeruhan 3,91 NTU. Sedangkan pada pukul 15.00 WIB kekeruhan air baku sebesar 64,4 NTU, penyisihan kekeruhan terbaik didapatkan pada dosis koagulan 90 ppm dengan hasil akhir kekeruhan 2,09 NTU.

Pada hari kedua pada pukul 09.00 WIB kekeruhan air baku sebesar 48 NTU, dan penyisihan kekeruhan paling baik berada pada dosis koagulan 100 ppm dengan hasil akhir kekeruhan 2,29 NTU. Sedangkan pada pukul 15.00 WIB kekeruhan air baku sebesar 56 NTU, penyisihan kekeruhan terbaik didapatkan pada dosis koagulan 140 ppm dengan hasil akhir kekeruhan 2,09 NTU.

Pada hari ketiga pada pukul 09.00 WIB kekeruhan air baku sebesar 124 NTU, dan penyisihan kekeruhan paling baik berada pada dosis koagulan 90 ppm dengan hasil akhir kekeruhan 2,18 NTU. Sedangkan pada pukul 15.00 WIB kekeruhan air baku sebesar 146 NTU, penyisihan kekeruhan terbaik didapatkan pada dosis koagulan 140 ppm dengan hasil akhir kekeruhan 4,18 NTU.

Pada hari keempat pada pukul 09.00 WIB kekeruhan air baku sebesar 70,6 NTU, dan penyisihan kekeruhan paling baik berada pada dosis koagulan 140 ppm dengan hasil akhir kekeruhan 3,59 NTU. Sedangkan pada pukul 15.00 WIB kekeruhan air baku sebesar 88,6 NTU, penyisihan kekeruhan terbaik didapatkan pada dosis koagulan 140 ppm dengan hasil akhir kekeruhan 4,89 NTU.

Pada hari kelima pada pukul 09.00 WIB kekeruhan air baku sebesar 78 NTU, dan penyisihan kekeruhan paling baik berada pada dosis koagulan 120 ppm dengan hasil akhir kekeruhan 3,45 NTU. Sedangkan pada pukul 15.00 WIB kekeruhan air baku sebesar 85,4 NTU, penyisihan kekeruhan terbaik didapatkan pada dosis koagulan 130 ppm dengan hasil akhir kekeruhan 3,09 NTU.

Pada hari keenam pada pukul 09.00 WIB kekeruhan air baku sebesar 67,4 NTU, dan penyisihan kekeruhan paling baik berada pada dosis koagulan 130 ppm dengan hasil akhir kekeruhan 2,82 NTU. Sedangkan pada pukul 15.00 WIB kekeruhan air baku sebesar 75,3 NTU, penyisihan kekeruhan terbaik didapatkan pada dosis koagulan 140 ppm dengan hasil akhir kekeruhan 4,18 NTU.

Pada hari ketujuh pada pukul 09.00 WIB kekeruhan air baku sebesar 72,5 NTU, dan penyisihan kekeruhan paling baik berada pada dosis koagulan 90 ppm dengan hasil akhir kekeruhan 3,1 NTU. Sedangkan pada pukul 15.00 WIB kekeruhan air baku sebesar 143 NTU, penyisihan kekeruhan terbaik didapatkan pada dosis koagulan 130 ppm dengan hasil akhir kekeruhan 3,7 NTU.

Maka, dapat disajikan tabel dibawah ini untuk rekap dosis koagulan yang memiliki kinerja penyisihan kekeruhan terbaik untuk setiap harinya.

Tabel 3. Rekap Dosis Kogulan Terbaik

Hari Ke-	Dosis Optimum (ppm)	
	09.00 WIB	15.00 WIB
1	140	90
2	100	140
3	90	140
4	140	140
5	120	130
6	130	140
7	90	130

Dari data diatas didapatkan dari tujuh hari waktu penelitian, pada pukul 09.00 WIB dosis koagulan terbaik dalam menyisihkan kekeruhan berada di dosis 140 ppm dan 90 ppm. Sedangkan pada pukul 15.00 WIB dosis optimum berada pada 140 ppm. Jika dilihat dari grafik terjadi naik turun kekeruhan yang dihasilkan, hal tersebut dapat terjadi karena penambahan dosis koagulan tidak selalu berbanding lurus dengan besarnya penyisihan kekeruhan. Selain itu, pada penerapan koagulasi memiliki dua proses yang saling berkaitan yaitu kenaikan

penambahan dosis koagulan dengan kenaikan pada kekeruhan (Chamdan & Purnomo, 2020). Hal tersebut terjadi pada penelitian kali ini, seringkali pada dosis tinggi nilai kekeruhan mengalami kenaikan.

Tetapi, pada penelitian ini dapat ditarik kesimpulan untuk dosis optimum koagulan Aluminium Sulfat pada IPAM PT Hanarida Tirta Birawa berada pada dosis 140 ppm, karena pada dosis 140 ppm selama satu minggu jartest kemampuan menyishkan kekeruhan bisa memperoleh hasil akhir kekeruhan <5 NTU sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010. Dalam proses pengolahan air disini juga terdapat unit filtrasi, yang dapat membantu menyaring air yang telah melewati koagulasi dan akan diendapkan sehingga akan membantu penyisihan kekeruhan lebih lanjut (Jannah, 2021)

Setelah mengetahui pemakaian koagulan Aluminium Sulfat dalam satu minggu yaitu sebesar 50.042 liter atau kg/perminggu, dapat diketahui dosis rata-rata yang digunakan pada produksi sebelumnya.

$$\begin{aligned} \text{Pemakaian Aluminium Sulfat} &= 50.042 \text{ kg/minggu} \\ &= 7.148 \text{ kg/hari} \\ &= 82.741 \text{ mg/detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dosis Aluminium Sulfat} &= \frac{\text{Pemakaian Aluminium Sulfat}}{\text{Debit IPA}} \\ &= \frac{82.741 \text{ mg/detik}}{500 \text{ L/detik}} \\ &= 165 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

Jadi, dosis koagulan yang digunakan di lapangan yaitu 165 mg/l , sedangkan dari penelitan yang dilakukan dosis optimum yang dapat digunakan adalah 140 mg/l. Dari perbedaan tersebut, dapat dilakukan analisis penghematan penggunaan aluminium sulfat.

Selisih dosis Aluminium Sulfat :

$$\begin{aligned} &= \text{Dosis Lapangan} - \text{Dosis Optimum} \\ &= 165 \text{ mg/L} - 140 \text{ mg/L} \\ &= 25 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

Jika debit IPA sebesar 500L/detik :

$$\begin{aligned}
 &= \text{Selisih dosis PAC} \times \text{Debit IPA} \\
 &= 25 \text{ mg/L} \times 500 \text{ L/detik} \\
 &= 12.500 \text{ mg/detik} \times 86400 \text{ detik/hari} \\
 &= 1.080.000.000 \text{ mg/hari} = 1.080 \text{ kg/hari} = 7.560 \text{ kg/minggu}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas, didapatkan data konsumsi koagulan semula sebesar 50.042 kg/minggu. Apabila dilakukan optimasi penggunaan koagulan sesuai dengan dosis yang didapatkan pada jartest dapat melakukan penghematan koagulan sebesar 7.560 kg/minggu.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pemberian dosis koagulan pada IPAM PT Hanarida Tirta Birawa dilapangan dengan hasil jartest terdapat selisih sebesar 25mg/l. Jika diberikan dosis optimum menurut jartest sebesar 140 mg/l maka dapat menghemat konsumsi Aluminium Sulfat sebesar 7.560 kg dalam satu minggu. Namun pemberian dosis koagulan juga tetap harus memperhatikan kondisi air sungai yang dapat berubah sewaktu-waktu. Oleh karena itu, dalam laboratorium harus dilakukan jartes secara berkala agar dapat menentukan dosis optimum koagulan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada segenap elemen PT Hanarida Tirta Birawa yang telah memberikan kesempatan melakukan penelitian dan membantu dalam penyusunan artikel ini sebagai luaran magang MBKM.

DAFTAR REFERENSI

- Atikah, U., Purnaini, R., & Asbanu, G. C. (2023). Analisis Kualitas Air Baku dan Kualitas Air Hasil Produksi pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) Unit Mukok PDAM Tirta Pancur Aji Kota Sanggau. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 11(2), 297. <https://doi.org/10.26418/jtllb.v11i2.64525>
- Chamdan, A., & Purnomo, A. (2020). Kajian Kinerja Teknis Proses dan Operasi Unit Koagulasi-Flokulasi-Sedimentasi pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) Kedunguling PDAM Sidoarjo. *Jurnal Teknik POMITS*, 2(2), 1–6.
- HARDIKA, & SURURI, M. R. (2023). Penyisihan Kekeruhan Menggunakan Unit Koagulasi-Flokulasi Instalasi Pengolahan Air Minum : Review. *FTSP Series : Seminar Nasional Dan Diseminasi Tugas Akhir 2023*, 1995–2000.

- Jannah, F. H. S. (2021). Pengaruh Tinggi Media Pasir Silika terhadap Penyisihan Kekeruhan pada Unit Filtrasi Pengolahan Air Minum. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 5–24. [http://repo.iain-tulungagung.ac.id/5510/5/BAB 2.pdf](http://repo.iain-tulungagung.ac.id/5510/5/BAB%202.pdf)
- Mayasari, R., Hastarina, M., & Apriyani, E. (2019). Analisis turbidity terhadap dosis koagulan dengan metode regresi linear (studi kasus di PDAM Tirta Musi Palembang). *Jurnal Integrasi Sistem Industri*, 6(2), 117–125.
- Novianti, S., & Sulistyorini, L. (2022). Gambaran Pengolahan Air Baku menjadi Air Minum di Sumur PDAM X. *Jurnal Ilmiah Permas: Jurnal Ilmiah STIKES Kendal*, 12(4), 921–928.
- Syahputra, A., Utama, D. W., & Harahap, U. N. (2022). Efektivitas Pemberian Koagulan Dan Flokulan Terhadap Proses Penjernihan Air Di Pabrik Kelapa Sawit Pt. Palmaris Raya Mandailing Natal. *Jurnal Mesteri*, 1(1), 53–61. <https://journal.fkpt.org/index.php/mistery/article/download/804/417>