

Studi Instrumen *Streaming Current Monitor* sebagai Kontrol Koagulan pada Instalasi Pengolahan Air Minum Sadu Soreang

Fakhri Tri Septia*, Mohamad Rangga Sururi

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Bandung

*Koresponden email: fakhrisept@gmail.com

Diterima: 24 Juni 2025

Disetujui: 2 Juli 2025

Abstract

The streaming current monitor (SCM) is an instrument used to measure small particles suspended in water and ensure their stability. It can be operated in real time to detect changes in water quality and temperature. The SCM provides a continuous flow that can quickly and accurately measure changes in water quality. In the Water Treatment Plant (WTP), it supplements conventional laboratory tests, enabling longer testing times and reducing the cost of chemical materials. The SCM also provides real-time data analysis which is logged in the Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) system. Integrating this technology reduces the need for manual decision-making and minimises human error, offering flexibility and control to operators. SCM technology was developed at IPA Sadu in Soreang to improve operational efficiency. It also uses other real-time monitoring instruments, such as those measuring pH, turbidity and chloride. These instruments are integrated into the SCADA data management system, enabling data collection and monitoring of potential issues and enhancing the efficiency and accuracy of the water quality control process.

Keywords: *zeta potential, streaming current monitor, supervisory control and data acquisition, coagulant control*

Abstrak

Streaming current monitor (SCM) adalah instrumen yang digunakan untuk mengukur partikel kecil yang tersuspensi di dalam air, untuk memastikan partikel yang stabil. Alat ini dapat dioperasikan secara *real-time*, sehingga dapat mengetahui perubahan kualitas dan suhu air. SCM menyediakan aliran kontinu yang dapat dengan cepat dan akurat mengukur perubahan kualitas air. Instrumen ini digunakan di Instalasi Pengolahan Air (IPA) sebagai pelengkap tes laboratorium konvensional, memungkinkan waktu pengujian yang lebih lama dan biaya bahan kimia yang lebih tinggi. SCM juga menyediakan analisis data *real-time*, yang kemudian dimasukkan ke dalam sistem *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA). Mengintegrasikan teknologi ini mengurangi kebutuhan pengambilan keputusan secara manual, meminimalkan kesalahan manusia, dan menawarkan fleksibilitas dan kontrol bagi operator. Teknologi SCM dikembangkan di IPA Sadu, Soreang, untuk meningkatkan efisiensi operasional. Teknologi ini juga menggunakan instrumen pemantauan *real-time* lainnya, seperti pH, kekeruhan, dan klorida. Instrumen-instrumen ini diintegrasikan ke dalam sistem manajemen data SCADA, sehingga memungkinkan pengumpulan data dan pemantauan potensi masalah, meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam proses kontrol kualitas air.

Kata Kunci: *zeta potensial, streaming current monitor, supervisory control and data acquisition, kontrol koagulasi*

1. Pendahuluan

Penyediaan air minum yang aman dan efisien merupakan tantangan penting dalam pengelolaan lingkungan, terutama saat menghadapi fluktuasi kualitas air baku. Salah satu proses penting dalam pengolahan air adalah koagulasi, yang berfungsi untuk menetralkan muatan partikel koloid sehingga memungkinkan terbentuknya flok yang lebih mudah dipisahkan [1], [2]. Salah satu teknologi penting yang kini banyak digunakan adalah *Streaming Current Monitor* (SCM), yaitu instrumen yang mampu mendeteksi muatan partikel koloid secara *real-time*, dan mengatur dosis koagulan secara otomatis untuk proses koagulasi. SCM bekerja berdasarkan prinsip netralisasi muatan partikel tersuspensi yang diukur dalam bentuk satuan *streaming current unit* (SCU), yang kemudian dijadikan dasar untuk menyesuaikan laju dosis koagulan agar tetap optimal sesuai perubahan kualitas air baku [2]-[5].

Keunggulan utama dari SCM adalah kemampuannya dalam memberikan umpan balik langsung terhadap perubahan parameter air baku, terutama kekeruhan dan zeta potensial. Hal ini membuat SCM

mampu mengatur dosis koagulan secara adaptif tanpa perlu menunggu hasil laboratorium sebagaimana metode konvensional *jar-test*, yang bersifat manual, memakan waktu, dan tidak responsif terhadap dinamika kondisi air baku [6]. Menurut Dentel [1], penggunaan SCM dapat meminimalkan terjadinya *overdosis* atau *underdosis* koagulan, yang pada akhirnya berkontribusi pada pengurangan penggunaan bahan kimia, penurunan biaya operasional, dan peningkatan kualitas air hasil olahan.

Agar sistem SCM dapat berjalan secara menyeluruh dan terkendali, dibutuhkan sistem pendukung berupa *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA). SCADA berperan dalam memantau, mencatat, dan mengendalikan seluruh parameter proses pengolahan secara otomatis dan terintegrasi, mulai dari *intake* hingga distribusi [7]-[9]. SCADA juga memungkinkan pengumpulan data secara *real-time* dan historis, serta memfasilitasi pengambilan keputusan oleh operator berdasarkan tren grafik dan alarm sistem. Menurut Dobriceanu et al. [7], keunggulan SCADA mencakup pemantauan komprehensif, kontrol parameter kualitas air, serta peringatan dini terhadap gangguan operasional.

Penerapan integrasi SCM dan SCADA telah dilakukan oleh Perusahaan Umum Daerah Air Minum (Perumda AM) Tirta Raharja pada Instalasi Pengolahan Air Sadu (IPA Sadu) di Kecamatan Soreang, Kabupaten Bandung. Unit ini memanfaatkan sistem SCM sebagai pengendali dosis koagulan berbasis nilai SCU dan terhubung langsung ke sistem SCADA, yang memungkinkan kontrol otomatis terhadap pompa *dosing*, pembacaan sensor turbiditas, pH, dan sisa klor, serta proses *backwash* dan *flushing* pada unit pengolahan lainnya.

Meskipun penerapan SCM memberikan banyak manfaat, namun efektivitasnya tetap sangat bergantung pada pemeliharaan sensor, kalibrasi berkala, serta integrasi dengan parameter lain seperti pH dan bahan organik terlarut. Oleh karena itu, penting untuk mengevaluasi kinerja sistem secara menyeluruh dan berkelanjutan agar teknologi ini dapat memberikan hasil yang optimal dalam jangka panjang.

Penelitian ini bertujuan untuk meninjau performa sistem SCM dalam merespons perubahan kualitas air baku serta efektivitas integrasi SCM dengan sistem SCADA. Fokus kajian diarahkan pada perbandingan antara dosis koagulan aktual dari SCM dengan dosis hasil *jar-test*, nilai kekeruhan hasil olahan, serta respons sistem terhadap dinamika parameter proses. Diharapkan hasil analisis ini dapat memberikan kontribusi terhadap optimalisasi sistem pengolahan air berbasis teknologi otomatis yang dapat diterapkan di industri pengolahan air minum lainnya.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan studi kasus di IPA Sadu, Soreang. Fokus penelitian lebih meninjau pada evaluasi sistem kerja *Streaming Current Monitor* (SCM) sebagai alat pengendali otomatis dosis koagulan, serta integrasinya dengan sistem *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA) dalam proses pengolahan air.

Teknik pengumpulan data meliputi studi literatur, observasi lapangan, dan dokumentasi operasional sistem SCM dan SCADA. Data yang dikumpulkan berupa:

- Parameter kualitas air baku dan hasil olahan, terutama kekeruhan, pH, dan zeta potensial.
- Data histori dosis koagulan dan nilai *streaming current unit* (SCU) dari sistem SCM.
- Data kontrol pompa *dosing* dan tanggapan sistem terhadap perubahan kualitas air, yang ditampilkan melalui SCADA.

Analisis dilakukan dengan cara membandingkan dosis koagulan hasil *jar-test* laboratorium terhadap dosis aktual yang dikendalikan oleh SCM, serta mengevaluasi perubahan nilai kekeruhan yang dihasilkan. Selain itu, dianalisis pula hubungan antara nilai zeta potensial, perubahan nilai SCU, dan pengaruhnya terhadap pengaturan laju pompa koagulan. Semua hasil dibandingkan terhadap baku mutu air minum berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 2 Tahun 2023.

Langkah-langkah pelaksanaan penelitian terdiri dari studi pustaka, observasi sistem secara langsung, pengumpulan data sekunder dari SCADA dan dokumentasi IPA Sadu, dilanjutkan dengan analisis kuantitatif terhadap hubungan parameter yang diamati dan kinerja alat. Penelitian ini bertujuan memberikan gambaran efektivitas sistem SCM dan SCADA dalam mendukung efisiensi dan kestabilan proses koagulasi dalam pengolahan air minum.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Efektivitas SCM dalam Pengendalian Dosis Koagulan

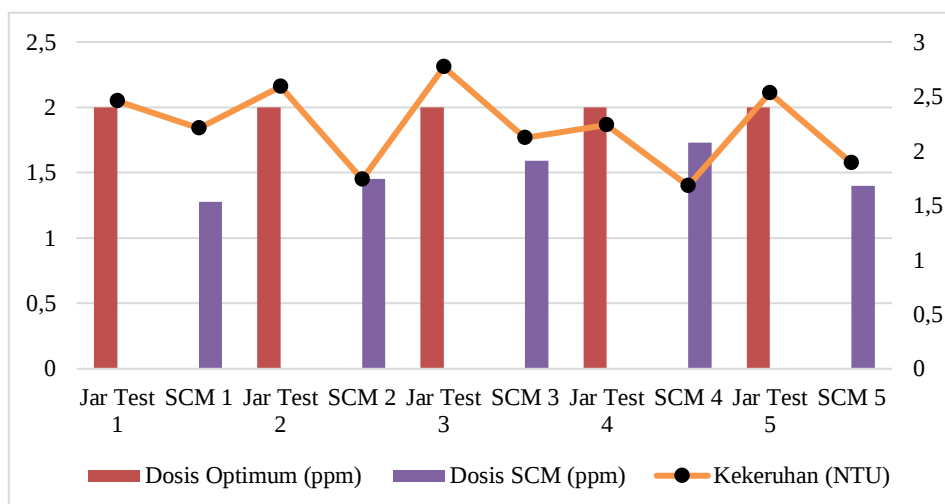
Penerapan *Streaming Current Monitor* (SCM) di IPA Sadu menunjukkan peningkatan efisiensi dalam pengendalian dosis koagulan dibandingkan metode konvensional *jar-test*. Data hasil perbandingan menunjukkan bahwa dosis koagulan yang direkomendasikan SCM cenderung lebih rendah, namun tetap mampu menghasilkan air olahan dengan tingkat kekeruhan sesuai standar.

Tabel 1. Perbandingan Dosis Optimum dan Dosis SCM dengan Kekeruhan

No	Analisis	Dosis Optimum (ppm)	Dosis SCM (ppm)	Kekeruhan (NTU)
1	Jar Test	2		2,46
	SCM		1,278	2,21
2	Jar Test	2		2,59
	SCM		1,452	1,74
3	Jar Test	2		2,77
	SCM		1,593	2,12
4	Jar Test	2		2,24
	SCM		1,732	1,68
5	Jar Test	2		2,53
	SCM		1,399	1,89

Sumber: [10]

Berdasarkan **Tabel 1**, dari lima kali pengujian, dosis koagulan berdasarkan *jar-test* konsisten berada di 2 ppm, sedangkan hasil pengaturan dosis oleh SCM berada dalam rentang 1,278–1,732 ppm. Meskipun dosis lebih rendah, nilai kekeruhan hasil olahan tetap berada di bawah 2,5 NTU, menunjukkan keberhasilan sistem dalam menjaga kualitas air. Interpretasi dari tabel tersebut dapat dilihat pada **Gambar 1**.

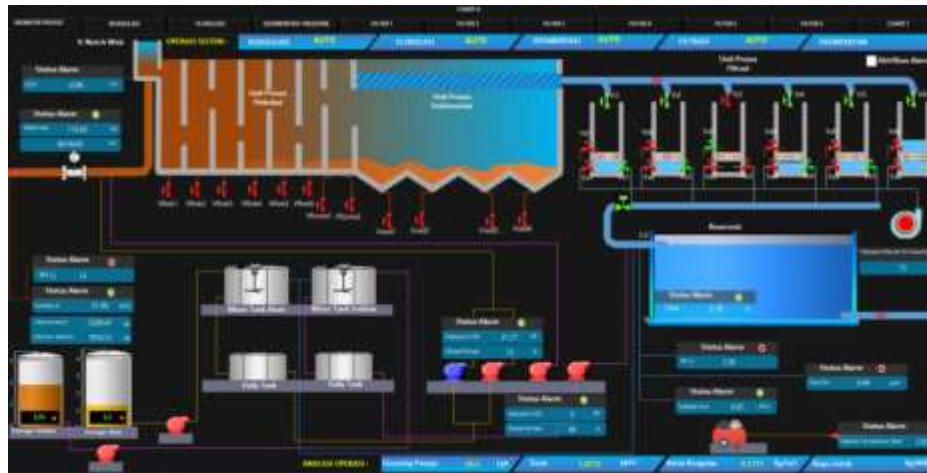


Gambar 1. Grafik Perbandingan Dosis dan Kekeruhan Metode Jar-Test dan SCM
Sumber: Hasil Analisis (2025)

3.2 Integrasi SCM dan SCADA dalam Sistem Otomatisasi

SCM bekerja secara terintegrasi dengan sistem *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA) yang memantau seluruh parameter proses pengolahan air, mulai dari *intake* hingga distribusi. Dalam *dashboard* SCADA IPA Sadu, data *real-time* seperti pH, kekeruhan, residu klor, dan SCU ditampilkan secara grafis, memungkinkan operator melakukan kontrol terhadap pompa koagulan, katup, dan proses *backwash* filtrasi. Hal tersebut dapat dilakukan dengan berpindah kolom sesuai kebutuhan kontrol bagi operator yang dapat dilihat pada **Gambar 2**.

Dalam kondisi normal, SCADA membaca tren data dari SCM dan menyesuaikan laju *dosing* sesuai kebutuhan. Namun, jika pembacaan SCU menyimpang secara signifikan, operator dapat melakukan intervensi manual untuk mengatur ulang *set point* atau memeriksa keakuratan alat. Hal ini menjadikan sistem kombinasi SCM-SCADA sangat adaptif, namun tetap memerlukan pemantauan manusia dalam kondisi tertentu [9].



Gambar 2. Dashboard Monitoring SCADA IPA Sadu

Sumber: [10]

3.3 Pengaruh Faktor Operasional terhadap Performa SCM

Efektivitas SCM sangat bergantung pada kondisi alat dan kualitas air baku. Nilai SCU yang tidak stabil dapat disebabkan oleh penurunan sensitivitas elektroda akibat akumulasi kotoran, sehingga pembersihan dan kalibrasi rutin sangat dibutuhkan. Di IPA Sadu, pembersihan dilakukan setiap pagi, namun kalibrasi ulang masih jarang dilaksanakan, yang berpotensi menurunkan akurasi pembacaan.

Selain itu, faktor eksternal seperti perubahan cuaca, musim hujan, atau kegiatan pengurasan *intake* dapat menyebabkan fluktuasi mendadak dalam kualitas air baku, seperti peningkatan kekeruhan. Dalam kasus tersebut, SCM akan merespons dengan menyesuaikan dosis koagulan untuk mempertahankan kestabilan proses koagulasi.

3.4 Keterbatasan dan Potensi Pengembangan Sistem SCM

Meskipun sistem *Streaming Current Monitor* (SCM) memberikan peningkatan efisiensi dalam pengendalian dosis koagulan, terdapat sejumlah keterbatasan teknis yang perlu diperhatikan untuk menjaga kinerja sistem tetap optimal. Salah satu kendala utama adalah menurunnya sensitivitas elektroda SCM akibat akumulasi material dalam air, seperti lumpur halus atau flok yang belum sepenuhnya terbentuk. Hal ini menyebabkan pembacaan nilai *streaming current unit* (SCU) menjadi tidak stabil dan dapat mengganggu proses pengambilan keputusan oleh sistem [3], [4].

Di IPA Sadu, pembersihan elektroda dilakukan secara rutin setiap pagi untuk mencegah gangguan pada sensor. Namun, prosedur kalibrasi ulang SCM belum dilakukan secara berkala, sehingga akurasi sistem dalam jangka panjang masih berpotensi menurun. Kondisi ini menunjukkan perlunya penyusunan standar operasional prosedur (SOP) yang mencakup frekuensi kalibrasi, inspeksi manual, dan verifikasi silang dengan hasil uji laboratorium [10].

Selain itu, SCM memiliki keterbatasan dalam mendeteksi beberapa parameter penting lain yang juga memengaruhi proses koagulasi, seperti pH, suhu air. Oleh karena itu, keberhasilan sistem sangat bergantung pada dukungan sensor tambahan dan pemrosesan data yang terintegrasi. Tanpa informasi dari pH meter, turbidimeter, atau sensor suhu, sistem otomatisasi tidak akan mampu menyesuaikan kondisi koagulasi secara menyeluruh [1], [2].

Potensi pengembangan yang dapat dilakukan adalah dengan menambahkan sistem alarm otomatis berbasis ambang batas nilai SCU, pH, atau turbiditas, yang terhubung dengan perangkat seluler operator. Hal ini akan mempercepat penanganan apabila terjadi penyimpangan dari parameter standar meskipun operator tidak berada di ruang panel kontrol.

Dengan mengidentifikasi keterbatasan dan peluang pengembangan ini, sistem SCM dapat terus ditingkatkan agar mampu memberikan kontribusi maksimal terhadap efisiensi, akurasi, dan ketahanan operasional instalasi pengolahan air.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil observasi dan analisis yang dilakukan di IPA Sadu, dapat disimpulkan bahwa sistem *Streaming Current Monitor* (SCM) mampu meningkatkan efisiensi pengendalian dosis koagulan dalam proses pengolahan air. SCM menunjukkan respons yang adaptif terhadap perubahan kualitas air baku, sehingga dosis koagulan yang diberikan lebih optimal dibandingkan metode konvensional *jar-test*.

Integrasi SCM dengan sistem *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA) memungkinkan pengawasan dan pengendalian proses koagulasi dilakukan secara otomatis dan *real-time*. Hal ini berdampak pada peningkatan efisiensi operasional, pengurangan penggunaan bahan kimia, serta kestabilan kualitas air hasil olahan.

Namun, efektivitas sistem sangat dipengaruhi oleh kondisi operasional seperti kebersihan elektroda SCM dan konsistensi kalibrasi alat. Tanpa pemeliharaan yang baik, akurasi sistem dapat menurun dan menyebabkan ketidaksesuaian dosis koagulan. Selain itu, keterbatasan SCM dalam membaca parameter lain seperti pH dan suhu menunjukkan bahwa keberhasilan sistem tetap bergantung pada integrasi dengan sensor pendukung dan keterlibatan operator.

5. Daftar Pustaka

- [1] Cotruvo, J. (2018). *Drinking water quality and contaminants guidebook*. CRC Press.
- [2] Sibiya, S. M. (2014). "Evaluation of the Streaming Current Detector (SCD) for Coagulation Control," *Procedia Engineering*, 70, 1211–1220.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.02.134>
- [3] Sibiya, S. M. (2014). Evaluation of the streaming current detector (SCD) for coagulation control. *Procedia Engineering*, 70, 1211–1220.
- [4] Ghernaout, D., Al-Ghonamy, A. I., Naceur, M. W., Boucherit, A., Ait Messaoudene, N., Aichouni, M., Mahjoubi, A. A., & Elboughdiri, N. A. (2015). "Controlling coagulation process: From Zeta potential to streaming potential," *American Journal of Environmental Protection*, 4(5), 16–27.
- [5] Schalkwyk, M., Rajagopaul, R., Mokonyama, S., Nkwanyana, S., & Thompson, P. (2016). "Evaluation and Selection of and Appropriate Automatic Coagulant Dose Control System for Water Treatment Plants," *Water Research Commission: Umgeni Water*.
- [6] Arifin. (2008, October 9). *Pengendalian Proses Koagulasi pada Suatu Instalasi Pengolahan Air dengan Metode Streaming Current Meter*.
<https://smk3ae.wordpress.com/2008/10/09/pengendalian-proses-koagulasi-pada-suatu-instalasi-pengolahan-air-dengan-metode-streaming-current-meter/>
- [7] Dobriceanu, M., Bitoleanu, A., Popescu, M., Enache, S., & Subtirelu, E. (2008). "SCADA system for monitoring water supply networks," *WSEAS Transactions on Systems*, 7.
- [8] Wahjono, H. D. (2008). Disain Sistem Scada di Instalasi Pengolahan Air Bersih untuk Kebutuhan Domestik di suatu Kawasan Industri. *Jurnal Air Indonesia*, 4(1), 244539.
- [9] Primannisa Aulia Rahma. (2021). *Studi Penggunaan Streaming Current Monitor (SCM) dalam Penentuan Dosis Optimum Koagulan di IPA Mojolamong Kabupaten Mojokerto*.
- [10] *Laporan Teknis IPA Sadu*. (2024). Perumda AM Tirta Raharja.
- [11] Edney, D. (2005). "Introduction to the theory of the streaming current meter," *Application Note, Accurate Measurements NZ Ltd*.
- [12] Masduqi, A., & Assomadi, A. F. (2012). Operasi dan proses pengolahan air. *Jurusan Teknik Lingkungan Institute Teknologi Sepuluh Nopember*. Surabaya.
- [13] Reynolds, T. D. (1982). "Unit Operations and Processes in Environmental Engineering," *Brooks/Cole Engineering Division, Wadsworth. Inc*.
- [14] Staff, A. (2002). "Online monitoring for drinking water utilities," *American Water Works Association*.
- [15] Pivokonsky, M., Novotna, K., Petricek, R., Cermakova, L., Prokopova, M., & Naceradska, J. (2024). Fundamental chemical aspects of coagulation in drinking water treatment—Back to basics. *Journal of Water Process Engineering*, 57, 104660.