

# Implementasi Sistem SCADA Pada Proses Koagulasi Water Treatment Plant Berbasis Raspberry Pi

## The Implementation SCADA System of Coagulation Process of Water Treatment Plant By Using Raspberry Pi

Fahmi Achmad Nugraha<sup>1</sup>, Sarah Opipah<sup>2</sup>, Eki Ahmad Zaki Hamidi<sup>3\*</sup>, Mufid Ridlo Effendi<sup>4</sup>  
<sup>1,2,3,4</sup>Jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung  
Jl. AH. Nasution No. 105 Bandung  
f.achmad.n@gmail.com<sup>1</sup>, sarahopipahzuhroh@gmail.com<sup>2</sup>, ekiahmadzaki@uinsgd.ac.id<sup>3\*</sup>,  
mufid.ridlo@uinsgd.ac.id<sup>4</sup>

**Abstrak** – Pengelolaan air baku dari sumber air permukaan tanah ataupun air dibawah tanah dapat dikelola menggunakan Water Treatment Plant (WTP) sehingga dapat digunakan sebagai air yang layak di konsumsi. Salah satu proses dalam Water Treatment Plant adalah proses koagulasi, yaitu proses untuk mendestabilisasi muatan pada koloid dan partikel tersuspensi, termasuk bakteri dan virus, oleh suatu koagulan. Water Treatment Plant pada proses koagulasi ini menggunakan sensor kekeruhan air sebagai input untuk pengambilan data dan monitoring pada Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA). Motor DC dan mini pompa sebagai aktuator on dan off sesuai dengan waktu yang ditentukan. Masukan air merupakan air sungai yang mempunyai kekeruhan sebesar 109 NTU. Sedangkan hasil setelah proses koagulasi mempunyai nilai 20.54 NTU hasil tersebut masih sesuai dengan parameter. Semua elemen dari sistem Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA) tersebut sudah bisa beroperasi pada proses koagulasi Water Treatment Plant (WTP). Mini pompa akan terbuka dan mengalirkan air hasil koagulasi ketika proses koagulasi selesai.

**Kata Kunci:** Water Treatment Plant (WTP), Koagulasi, Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA)

**Abstract** – A well water and river water could be managed by using Water Treatment Plant (WTP), so it can be nice to be consumed. One of Water Treatment Plant (WTP) process is coagulation, the content of colloid could be stabilized and particles were turned into a suspension in the water such as bacteria and virus, by coagulation. Water Treatment Plant (WTP) in this coagulation process using water turbidity sensor to take data and monitoring to the Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA). Motor DC and mini pump as actuator on and off timer. A river water is as content of this water process which has turbidity 109 NTU. The result after coagulation is a 20.54 NTU (parameter size). All the elements of Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA) system can operate on coagulation Water Treatment Plant (WTP) process. After coagulation finished, mini pump opens and channels the water coagulation.

**Keywords:** Water Treatment Plant (WTP), Coagulation, Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA)

## 1. Pendahuluan

Air merupakan memiliki peranan yang sangat penting bagi kehidupan sumberdaya alam dan merupakan kebutuhan utama bagi semua makhluk hidup di muka bumi. Luas wilayah perairan di planet bumi lebih besar daripada wilayah daratan. Walaupun demikian tidak seluruhnya dapat dimanfaatkan oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Salah satunya adalah kebutuhan akan air bersih dan air minum [1].

Saat ini otomatisasi merupakan suatu yang penting pada dunia industri. Pada proses pengolahan air bersih sistem otomatisasi sangat diperlukan terutama dalam proses penyuplaian air bersih untuk di konsumsi dan di pakai oleh masyarakat, dimana proses pengolahan air terdiri atas koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi dan desinfeksi [2].

Salah satu proses dalam pengelolaan air adalah proses koagulasi didefinisikan sebagai destabilisasi muatan pada koloid dan partikel tersuspensi, termasuk bakteri dan virus, oleh suatu koagulan. Pengadukan cepat (*flash mixing*) merupakan bagian terintegrasi dari proses ini [1].

Sistem otomatisasi pengelolaan air bersih menggunakan sistem *supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA), yang merupakan sistem dalam otomatisasi industri modern. SCADA adalah suatu sistem yang memungkinkan pengguna atau operator untuk melakukan Monitoring (pengawasan), *Controlling* (pengendalian) dan *Data Acquisition* (pengambilan dan perekaman data) [3].

Dengan menggunakan Raspberry Pi yang merupakan komputer mini dan memiliki kemampuan untuk mengendalikan sistem dengan keuntungan seperti biaya rendah dan ukuran yang kompak. Otomatisasi operasi melibatkan pemantauan dan pengendalian dari berbagai sensor, aktuatur dan motor. Representasi grafis dari seluruh proses koagulasi dapat ditampilkan pada layar yang terhubung ke Raspberry Pi, sistem SCADA dapat dijalankan dengan baik [2].

## 2. Tujuan Pustaka

### 2.1. Water Treatment Plant

Pada umumnya Instalasi Pengolahan Air Minum merupakan suatu sistem yang mengkombinasikan proses koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi, dan disinfeksi serta dilengkapi dengan pengontrolan proses juga instrument pengukuran yang dibutuhkan. Instalasi ini harus didesain untuk menghasilkan air yang layak dikonsumsi masyarakat bagaimanapun kondisi cuaca dan lingkungan. Selain itu, sistem dan subsistem dalam instalasi yang akan didesain harus sederhana, efektif, dapat diandalkan, tahan lama, dan murah dalam pembiayaan.

Tujuan dari sistem pengolahan air minum yaitu untuk mengolah sumber air baku menjadi air minum yang sesuai dengan standar kualitas, kuantitas, dan kontinuitas. Tingkat pengolahan air minum ini tergantung pada karakteristik sumber air baku yang digunakan. Sumber air baku berasal dari air permukaan dan air tanah. Air permukaan cenderung memiliki tingkat kekeruhan yang cukup tinggi dan adanya kemungkinan kontaminasi oleh mikroba yang lebih besar. Untuk pengolahan sumber air baku yang berasal dari air permukaan ini, unit filtrasi hampir selalu diperlukan. Sedangkan air tanah memiliki kecenderungan untuk tidak terkontaminasi dan adanya padatan tersuspensi yang lebih sedikit. Akan tetapi, gas terlarut yang ada pada air tanah ini harus dihilangkan, demikian juga kesadahan (ion-ion kalsium dan magnesium) [4].

Eksplorasi air tanah secara besar-besaran sebagai sumber air baku tidak memungkinkan lagi karena selain air tanah dangkal telah banyak terpakai, pemakaian air tanah dalam akan membahayakan masyarakat sekitar. Penggunaan air tanah dalam akan menimbulkan ruang kosong di dalam tanah. Ruang kosong ini akan sangat rentan terhadap goyangan lempeng bumi yang akan mengakibatkan kelongsoran. Dengan pertimbangan tersebut, eksplorasi air ditekankan pada peningkatan eksplorasi air permukaan dari sungai-sungai yang ada [5].

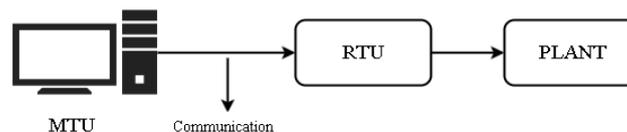
### 2.2. Sistem SCADA

SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) adalah suatu sistem yang dapat melakukan pengawasan, pengendalian dan akuisisi data terhadap sebuah sistem kontrol yang terdiri dari subsistem dan proses (*Plants*). Seiring dengan perkembangan komputer yang pesat

beberapa dekade terakhir, maka komputer menjadi komponen penting dalam sebuah sistem SCADA modern. Sistem ini menggunakan komputer untuk menampilkan status dari sensor dan aktuator dalam suatu plant, menampilkannya dalam bentuk grafik dan menyimpannya dalam database. Umumnya komputer ini terhubung dengan sebuah pengendali (misal: *Programmable Logic Controller*) melalui sebuah protokol komunikasi tertentu (misal: *Fieldbus*) [6] [5].

Bagian – bagian SCADA yaitu [3]:

1. Sensor dan aktuator (Field Device)
2. (PLC) *Remote Terminal Unit / Programmable Logic Controller*
3. Sistem Komunikasi
4. *Water treatment plant* (MTU)



Gambar 1. Sistem SCADA sederhana.

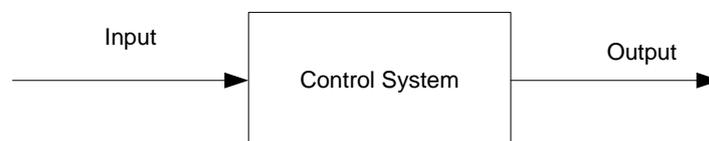
### 2.3. Proses Koagulasi

Koagulasi didefinisikan sebagai destabilisasi muatan pada koloid dan partikel tersuspensi, termasuk bakteri dan virus, oleh suatu koagulan. Pengadukan cepat (*flash mixing*) merupakan bagian terintegrasi dari proses ini. Secara umum proses koagulasi berfungsi untuk [1]:

1. Mengurangi kekeruhan akibat adanya partikel koloid anorganik maupun organik di dalam air.
2. Mengurangi warna yang diakibatkan oleh partikel koloid di dalam air.
3. Mengurangi bakteri-bakteri patogen dalam partikel koloid, algae, dan organisme plankton lain.
4. Mengurangi rasa dan bau yang diakibatkan oleh partikel koloid dalam air.

### 2.4. Sistem Kontrol

Sistem kontrol adalah proses pengaturan ataupun pengendalian terhadap satu atau beberapa besaran (variabel, parameter) sehingga berada pada suatu harga (*range*) tertentu [4]. Di dalam dunia industri, dituntut suatu proses kerja yang aman dan berefisiensi tinggi untuk menghasilkan produk dengan kualitas dan kuantitas yang baik serta dengan waktu yang telah ditentukan. Otomasi sangat membantu dalam hal kelancaran operasional, keamanan (investasi, lingkungan), ekonomi (biaya produksi), mutu dan lain-lain. Dalam aplikasinya, suatu sistem kontrol memiliki tujuan/sasaran tertentu. Sasaran sistem kontrol adalah untuk mengatur keluaran (output) dalam suatu kondisi/keadaan yang telah ditetapkan oleh masukan (input) melalui elemen sistem kontrol [7].



Gambar 2 Diagram umum sistem kontrol

Dengan adanya sasaran ini, maka kualitas keluaran yang dihasilkan tergantung dari proses yang dilakukan dalam sistem kontrol ini. Untuk memperjelas keterangan-keterangan dalam sistem kontrol, berikut diberikan beberapa definisi istilah yang sering dipakai [8]:

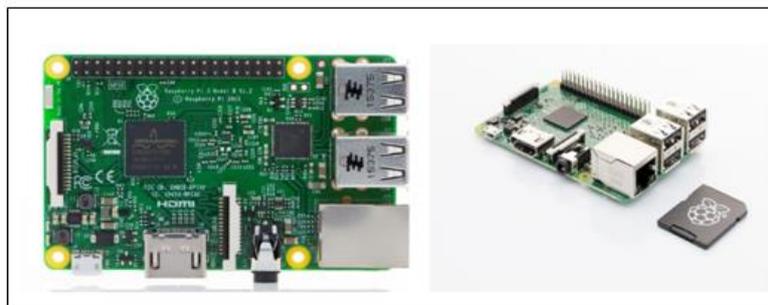
1. Sistem (*system*) adalah kombinasi dari komponen-komponen yang bekerja bersama sama membentuk obyek tertentu.
2. Variabel terkontrol adalah suatu besaran (*quantity*) atau kondisi (*contidion*) yang terukur dan terkontrol. Pada keadaan normal merupakan keluaran dari sistem.

3. Variabel termanipulasi adalah suatu besaran atau kondisi yang divariasikan oleh kontroler sehingga mempengaruhi nilai dari variabel terkontrol.
4. Kontrol adalah nilai dari variabel terkontrol untuk mengurangi deviasi yang terjadi terhadap nilai keluaran yang dituju.
5. Plant adalah suatu obyek fisik yang dikontrol.
6. Proses adalah sesuatu operasi yang dikontrol. Contoh: proses kimia, proses ekonomi, proses biologi, dll.
7. Gangguan adalah sinyal yang tidak diinginkan dan mempengaruhi keluaran dari sistem.
8. Kontrol umpan balik adalah operasi untuk mengurangi perbedaan antara keluaran sistem dengan referensi masukan.
9. Kontroler adalah suatu alat atau cara untuk memodifikasi sehingga karakteristik sistem dinamik sistem dinamik yang dihasilkan dengan yang kita kehendaki.
10. Sensor adalah peralatan yang digunakan untuk mengukur keluaran sistem dan menyatakannya dengan sinyal masukan sehingga bisa dilakukan suatu operasi hitung antara keluaran dan masukan.
11. Aktuator adalah suatu peralatan atau kumpulan komponen yang menggerakkan plant.

### 2.5. Mini Komputer Raspberry Pi

Raspberry Pi merupakan *device embedded* sistem dalam jenis *single board computer*. Raspberry Pi memiliki ukuran sebesar kartu kredit dengan harga yang terjangkau sebagai mini komputer. Komputer ini telah mengeluarkan 5 versi saat ini, yaitu Raspberry Pi model A, Raspberry Pi 2 model A, Raspberry Pi 2 model B, Raspberry Pi 3. Berikut merupakan Gambar 3 dari Raspberry Pi model 3 B [7].

Sering disingkat dengan nama Raspi, adalah komputer papan tunggal (*single-board circuit; SBC*) yang seukuran dengan kartu kredit yang dapat digunakan untuk menjalankan program perkantoran, permainan komputer, dan sebagai pemutar media hingga video beresolusi tinggi [8] [9].

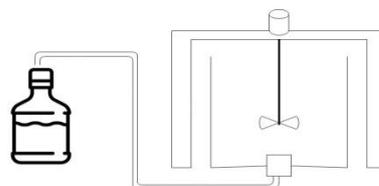


Gambar 3. Raspberry Pi

## 3. Implementasi Sistem

### 3.1. Implementasi Koagulasi

Implementasi dengan membuat prototipe koagulasi *Water treatment plant* dilakukan agar sistem yang akan dibuat portable yang memudahkan dalam pengujian seperti terlihat pada Gambar 4.

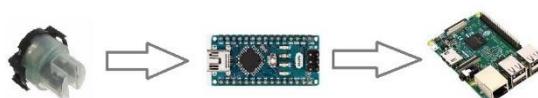


Gambar 4. Implementasi koagulasi

Implementasi pada proses koagulasi ini bak yang digunakan terbuat dari akrilik berbentuk persegi. Bak ini berfungsi untuk wadah air sekaligus tempat terjadinya proses koagulasi. Sensor di pasang pada bagian atas salah satu sisi bak yang berjarak 5cm dari permukaan bak. Untuk alat pengaduk berupa baling baling yang telah terhubung dengan motor DC. Motor DC sendiri ditempatkan pada tutup bak sedangkan pompa DC berada pada sala satu sisi bak yang letaknya didasar plant.

### 3.2. Implementasi Sensor Kekeruhan Air

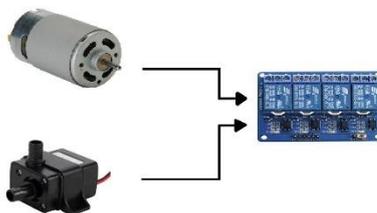
Arduino Nano berfungsi sebagai node penghubung MTU dan sensor yang membaca tingkat besar kecilnya intensitas cahaya. Sensor kekeruhan air berfungsi untuk mengetahui tingkat kekekeruhan air yang bekerja berdasarkan transmitansi cahaya dan tingkat hamburan kotoran pada air. Setelah air dan koagulan teraduk maka nilai kekeruhan akan menurun secara berskala.



Gambar 5. Implementasi sensor kekeruhan air

### 3.3. Implementasi Relay dan Aktuator

Modul relay berfungsi sebagai saklar mekanik yang menyalakan dan mematikan aktuator berupa pompa DC dan motor DC yang diperintahkan oleh Raspberry Pi, relay ini mengendalikan 2 buah aktuator.

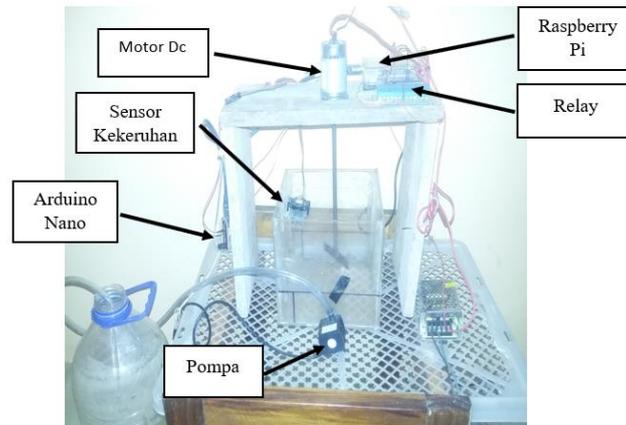


Gambar 6. Implementasi relay dan aktuator

Modul ini merupakan modul jadi yang siap pakai sehingga tidak perlu adanya perancangan tambahan. Modul relay ini dapat langsung di hubungkan ke Raspberry Pi.

### 3.4. Implementasi Prototipe Koagulasi

Hardware yang digunakan adalah modul sensor kekeruhan air untuk indikator kekeruhan air. Sensor kekeruhan air dihubungkan ke mini komputer melalui GPIO. Pada modul relay 2 buah aktuator yang digunakan adalah pompa DC dan Motor DC. Komponen rangkaian tersebut digabungkan sesuai pin yang telah ditentukan. Pada gambar diatas merupakan realisasi dari rangkaian relay yang dihubungkan pada Raspberry Pi yang digunakan untuk mengendalikan Pompa DC dan Motor DC, secara lengkap seperti terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Implementasi prototipe koagulasi

#### 4. Hasil dan Implementasi

Hasil dari sistem SCADA pada proses koagulasi didapatkan dengan melalui beberapa pengujian. Pengujian ini meliputi pengujian pada blok MTU, pengujian blok sensor, pengujian blok relay, dan pengujian sistem keseluruhan.

##### 4.1. Pengujian Sensor Kekeruhan Air

Pengujian sensor dilakukan dengan menghubungkan sensor ke Raspberry Pi melalui GPIO yang sudah ditentukan sebelumnya, lalu dilihat bagaimana kinerja dari sensor. Pengujian sistem sensor dilakukan untuk mengetahui apakah rancangan yang dibuat mampu memberikan respon terhadap setiap perubahan tingkat kekeruhan air. Perubahan yang diberikan sistem sensor ini diberikan dalam bentuk data analog (tegangan). Dalam pengujian sistem sensor turbidity yang dibuat ini menggunakan 9 sampel air dengan nilai kekeruhan yang beragam. Cairan ini merupakan cairan kalibrasi hasil pengujian pada LAB Balai LITBANG Lingkungan Keairan.



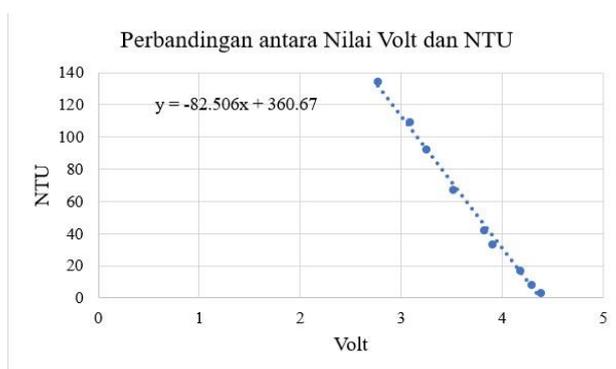
Gambar 8. Cairan untuk pengujian kekeruhan air

Dari hasil pengujian sensor kekeruhan air yang didapatkan data-data yang tercantun dalam Tabel 1. Dibawah ini.

Tabel 1. Pengujian sensor kekeruhan.

Sampel Air	NTU	Volt
1	2.7	4.39
2	7.6	4.30
3	16.3	4.18
4	33.1	3.91
5	42	3.83
6	67	3.52
7	92	3.25
8	108.8	3.09
9	134	2.77

Dari Tabel 1 diperoleh nilai perbandingan dari sistem sensor turbidity. Dimana NTU adalah tingkat kekeruhan cairan dan Volt adalah nilai tegangan yang dihasilkan oleh sistem sensor ini, dan bisa didapatkan berapa nilai NTU dari volt yang dihasilkan dari sensor kekeruhan, yang bisa dilihat dari Gambar 9 berupa grafik perbandingan.



Gambar 9. Perbandingan nilai volt dan NTU

#### 4.2. Pengujian Aktuator

Pengujian aktuator dilakukan dengan menghubungkan motor DC dan pompa ke relay yang telah dihubungkan ke Raspberry pi sesuai dengan pin yang telah ditentukan. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana respon dari motor DC dan pompa saat diberikan tegangan, lalu dilihat apakah motor DC dan pompa telah bekerja dengan baik.

Model pengujian dilakukan dengan memberikan impuls dari mini komputer Raspberry Pi ke relay dalam interval waktu yang ditentukan. Relay dikatakan bekerja dengan baik jika bekerja sesuai dengan interval waktu yang ditentukan saat diberikan impuls dari mini komputer Raspberry Pi. Data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Pengujian relay dan mini pompa

Pengujian waktu	Mini Pompa	Waktu (s)
5	on	5.00
10	on	10.10
15	on	15.05
20	on	20.19
25	on	25.20
30	on	30.13
35	on	35.14
40	on	40.22
45	on	45.06
50	on	50.08

Dari Tabel 2 bisa dilihat dari interval waktu yang diberikan maka pompa motor akan bekerja sesuai dengan waktu yang diberikan dan hanya ada selisih rata-rata 0.162 detik.

Tabel 2. Pengujian relay dan motor DC

Pengujian waktu	Mini Pompa	Waktu (s)
5	on	5.04
10	on	10.05
15	on	15.12
20	on	20.05
25	on	25.11
30	on	30.07
35	on	35.01
40	on	40.14
45	on	45.11
50	on	50.09

Dan dari tabel 3 bisa dilihat dari interval waktu yang diberikan maka motor DC akan bekerja sesuai dengan waktu yang diberikan dan hanya ada selisih rata-rata 0.079 detik.

### 4.3. Implementasi Proses Koagulasi

Implementasi sistem keseluruhan dilakukan dengan melakukan simulasi proses koagulasi pada plant dengan menggunakan sistem SCADA. Simulasi ini dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja dari sistem SCADA pada proses koagulasi Water Treatment Plant. Parameter keberhasilan dari sistem adalah kotoran pada air hasil kogulasi telah menggumpal dan mengendap. Lamanya proses penggumpalan dipengaruhi oleh sumber air yang digunakan. Setelah melakukan percobaan sebanyak 10 kali, proses menggumpalnya kotoran memerlukan waktu sebanyak 30 menit.



Gambar 10. Proses simulasi koagulasi

Pada simulasi proses koagulasi digunakan air baku yang berasal dari sungai, sebagaimana pada plant yang sebenarnya. Proses koagulasi dilakukan dengan menambahkan bahan kimia berupa koagulan kedalam air yang akan diolah dan diaduk. Dari keseluruhan proses koagulasi dapat digeneralisasi menjadi 3 proses yakni proses pengisian plant, proses penambahan bahan kimia dan pengadukan dan proses pengaliran.

## 5. Kesimpulan

Mini Komputer Raspberry Pi sebagai Master Terminal Unit (MTU) atau sentral dari sistem yang berfungsi mengendalikan masukan dan keluaran pada sistem. Sensor kekeruhan air yang bekerja memonitoring besarnya nilai kekeruhan air dengan satuan NTU. Relay, solenoid valve dan motor DC sebagai aktuator pengaduk dan menagirkan air hasil proses koagulasi. semua

elemen dari sistem SCADA tersebut sudah bisa beroperasi pada proses koagulasi *Water treatment plant* (WTP).

Pembuangan air terjadi apabila proses koagulasi telah selesai dan terbentuknya penggumpalan kotoran.

Terjadi penurunan kekeruhan sebesar 89.27 NTU. dimana air bernilai 109.81 NTU sebelum proses koagulasi dan setelah proses koagulasi turun menjadi 20.54 NTU.

### Referensi

- [1] A. W. Saputri, "Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Minu (IPA) Babakan PDAM Tirta Kerja Raharja Kota Tangerang," Prodi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Indonesia, 2011.
- [2] S. S. Lagu and S. B. Deshmukh, "*Raspberry Pi for Automation of Water Treatment Plant*," in Proceedings - 1st International Conference on Computing, Communication, Control and Automation, ICCUBEA 2015.
- [3] D. Pradikto, "Rancang Bangun *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA) pada Pengendap Kedua (*Clarifer*) untuk Proses *Polyelectrolyte Feeder* di PDAM Karangpilang I Surabaya," Jurusan Teknik Industri Politeknik Elektronika Negeri Surabaya-Institut Sepuluh November.
- [4] S. D. A. Triwiyatno, *Konsep Umum Sistem Kontrol*. 2010.
- [5] E. Ahmad Zaki Hamidi, M. Ridlo Effendi, and H. Ash Shiddiq, "*Design and Implementation Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA) of *Sedimentation Process of Water Treatment Plant* (WTP) by Using *Raspberry Pi 3 B*," in Proceeding of 2018 4th International Conference on Wireless and Telematics, ICWT 2018, pp. 1–7.
- [6] B. S. Winarno, "Perancangan Sistem SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) pada Miniatur Warehouse," Fakultas Teknik Universitas Indonesia, 2010.
- [7] *Compute Module Datasheet Raspberry Pi*. 2016.
- [8] A. N. Ansari, M. Sedky, N. Sharma, and A. Tyagi, "*An Internet of Things Approach for Motion Detection Using Raspberry Pi*," in Proceedings of 2015 International Conference on Intelligent Computing and Internet of Things, ICIT 2015.
- [9] A. A. S. Mufid Ridlo Effendi, Eki Ahmad Zaki Hamidi, "*Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Manusia pada Ruangan Menggunakan Raspberry Pi 3 Type B dan Internet*," Prosiding-Seminar Nas. Tek. Elektro UIN Sunan Gunung Djati Bandung 2018, pp. 271–279.