

# jTEP

## JURNAL KETEKNIKAN PERTANIAN

P-ISSN No. 2407-0475 E-ISSN No. 2338-8439

Vol. 5, No.2, Agustus 2017



Publikasi Resmi  
**Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia**  
(Indonesian Society of Agricultural Engineering)  
bekerjasama dengan  
**Departemen Teknik Mesin dan Biosistem - FATETA**  
Institut Pertanian Bogor



Jurnal Keteknikan Pertanian (JTEP) terakreditasi berdasarkan SK Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Ristek Dikti Nomor I/E/KPT/2015 tanggal 21 September 2015. Selain itu, JTEP juga telah terdaftar pada Crossref dan telah memiliki Digital Object Identifier (DOI) dan telah terindeks pada ISJD, IPI, Google Scholar dan DOAJ. Mulai edisi ini redaksi memandang perlu untuk meningkatkan nomor penerbitan dari dua menjadi tiga kali setahun yaitu bulan April, Agustus dan Desember berisi 12 naskah untuk setiap nomornya. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi masa tunggu dengan tidak menurunkan kualitas naskah yang dipublikasikan. Jurnal berkala ilmiah ini berkiprah dalam pengembangan ilmu keteknikan untuk pertanian tropika dan lingkungan hayati. Penulis makalah tidak dibatasi pada anggota **PERTETA** tetapi terbuka bagi masyarakat umum. Lingkup makalah, antara lain: teknik sumberdaya lahan dan air, alat dan mesin budidaya pertanian, lingkungan dan bangunan pertanian, energi alternatif dan elektrifikasi, ergonomika dan elektronika pertanian, teknik pengolahan pangan dan hasil pertanian, manajemen dan sistem informasi pertanian. Makalah dikelompokkan dalam *invited paper* yang menyajikan isu aktual nasional dan internasional, *review* perkembangan penelitian, atau penerapan ilmu dan teknologi, *technical paper* hasil penelitian, penerapan, atau diseminasi, serta *research methodology* berkaitan pengembangan modul, metode, prosedur, program aplikasi, dan lain sebagainya. Penulisan naskah harus mengikuti panduan penulisan seperti tercantum pada website dan naskah dikirim secara elektronik (*online submission*) melalui <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>.

**Penanggungjawab:**

Ketua Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia  
Ketua Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

**Dewan Redaksi:**

Ketua : Wawan Hermawan (Scopus ID: 6602716827, Institut Pertanian Bogor)  
Anggota : Asep Sapei (Institut Pertanian Bogor)  
Kudang Boro Seminar (Scopus ID: 54897890200, Institut Pertanian Bogor)  
Daniel Saputra (Scopus ID: 6507392012, Universitas Sriwijaya - Palembang)  
Bambang Purwantana (Universitas Gadjah Mada - Yogyakarta)  
Yohanes Aris Purwanto (Scopus ID: 6506369700, Institut Pertanian Bogor)  
Muhammad Faiz Syuaib (Scopus ID: 55368844900, Institut Pertanian Bogor)  
Salengke (Scopus ID: 6507093353, Universitas Hasanuddin - Makassar)  
I Made Anom Sutrisna Wijaya (Scopus ID: 56530783200, Universitas Udayana - Bali)

**Redaksi Pelaksana:**

Ketua : Rokhani Hasbullah (Scopus ID: 55782905900, Institut Pertanian Bogor)  
Sekretaris : Lenny Saulia (Scopus ID: 16744818700, Institut Pertanian Bogor)  
Bendahara : Hanim Zuhrotul Amanah (Universitas Gadjah Mada - Yogyakarta)  
Anggota : Dyah Wulandani (Scopus ID: 1883926600, Institut Pertanian Bogor)  
Usman Ahmad (Scopus ID: 55947981500, Institut Pertanian Bogor)  
Satyanto Krido Saptomo (Scopus ID: 6507219391, Institut Pertanian Bogor)  
Slamet Widodo (Scopus ID: 22636442900, Institut Pertanian Bogor)  
Liyantono (Scopus ID: 54906200300, Institut Pertanian Bogor)  
Administrasi : Diana Nursolehat (Institut Pertanian Bogor)

**Penerbit:** Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia (PERTETA) bekerjasama dengan Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor.

**Alamat:** Jurnal Keteknikan Pertanian, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Kampus Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680.  
Telp. 0251-8624 503, Fax 0251-8623 026,  
E-mail: [jtep@ipb.ac.id](mailto:jtep@ipb.ac.id) atau [jurnaltep@yahoo.com](mailto:jurnaltep@yahoo.com)  
Website: [web.ipb.ac.id/~jtep](http://web.ipb.ac.id/~jtep) atau <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>

**Rekening:** BRI, KCP-IPB, No.0595-01-003461-50-9 a/n: Jurnal Keteknikan Pertanian

**Percetakan:** PT. Binakerta Makmur Saputra, Jakarta

---

## Ucapan Terima Kasih

Redaksi Jurnal Keteknikan Pertanian mengucapkan terima kasih kepada para Mitra Bebestari yang telah menelaah (me-review) Naskah pada penerbitan Vol. 5 No. 2 Agustus 2017. Ucapan terima kasih disampaikan kepada: Prof.Dr.Ir. Sutrisno, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Prof. Dr. Ir. Kamaruddin Abdullah, IPU. (Fakultas Teknologi Kelautan, Universitas Darma Persada), Dr. Yudi Chadirin, STP.,M.Agr (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Edward Saleh, MS (Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya), Dr. Ir. Yandra Arkeman, M.Eng (Departemen Teknologi Industri Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr. Ir. Agus Buono, MSi, MKom (Departemen Ilmu Komputer, Institut Pertanian Bogor), Dr. Ery Suhartanto, ST.,MT (Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya), Prof.Dr.Ir.Hj. Nurpilihan Bafdal, MSc (Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran), Dr.Ir. Satyanto Krido Saptomo, STP.,M. Si (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Yohanes Aris Purwanto, M.Sc (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Lilik Pujantoro Eko Nugroho, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Prof.Dr.Ir. Thamrin Latief, M.Si (Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya), Asri Widyasanti, STP.,M.Eng (Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran), Prof.Dr.Ir. Daniel Saputra, MS (Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya), Dr.Ir. I Dewa Made Subrata, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Prof.Dr.Ir. I Made Anom Sutrisna Wijaya, M.App., Sc., Ph.D. (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Udayana), Dr.Ir. I Wayan Budiastara, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Dr. Kurniawan Yuniarto, STP.,MP (Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri Universitas Mataram), Dr.Ir. Sugiarto, MSi (Departemen Teknologi Industri Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Dyah Wulandani, M.Si Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Leopold Oscar Nelwan, MSi (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor).

---

*Technical Paper*

**Rancang Bangun Sistem Scada (*Supervisory Control And Data Acquisition*) pada Instalasi Pengolahan Air Sungai Cihideung Institut Pertanian Bogor**

*Design of Scada System (Supervisory Control and Data Acquisition) on Water Treatment Plant in Cihideung River at Bogor Agricultural University*

Agus Eko Handoko, Sekolah Pascasarjana, Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor, Email: ko3han@gmail.com

Erizal, Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor. Email: erizalbasa@yahoo.com

Yudi Chadirin, Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor, Email: yudi@ipb.ac.id

**Abstract**

*SCADA is a combination of telemetry and data acquisition. SCADA proceeding by means of accumulating some information and return back to center controlling, it is also implementing every analysis and necessary control through PID control system as a control parameter to SCADA input data system in this research. In designing PID control system it is needed the arrangement of P, I and D parameter in order to acquire output signal system to particular input system which has adjusted to necessity. The research was implemented on Water Treatment Plant in Bogor Agricultural University at Cihideung's area region. The NTU score as a starting operational data is necessary as a bench mark in PAC dose application which is obtained from the samples of morning and afternoon raw water and dose proportion is 75% for 14kgs PAC mixed with 200 Litre water within 30 NTU as the maximal treatment. 75% dose application can be imposed for 7 hours PAC usage. The result of research indicated that the variety of percentages value in PAC dose application delivered the advantage in operating of clean water processing installation particularly for PAC needed. Design Of SCADA System SCADA indicated the outcome of unit data acquirement on certain period to determine the PAC necessity in operating Water Treatment Plant.*

**Keywords:** NTU, PID, SCADA, PLC

**Abstrak**

SCADA merupakan kombinasi telemetri dan akuisisi data. SCADA mengumpulkan informasi dan mentransfer kembali ke pusat kendali serta melaksanakan setiap analisis dan kontrol yang diperlukan, melalui sistem kontrol PID sebagai parameter kontrol terhadap sistem masukan data unit SCADA pada penelitian ini. Dalam perancangan sistem kontrol PID yang perlu dilakukan adalah mengatur parameter P, I atau D agar tanggapan sinyal keluaran sistem terhadap masukan tertentu sesuai yang diperlukan. Penelitian dilakukan di instalasi pengolahan air bersih Institut Pertanian Bogor pada wilayah sungai Cihideung. Data awal operasional menunjukkan untuk memberikan dosis PAC digunakan data acuan nilai NTU yang dilakukan dengan pengambilan sampel air baku pada pagi dan sore hari dengan nilai pemberian dosis 75% untuk 14kg PAC yang dicampur air 200 liter untuk perlakuan maksimal nilai 30 NTU. Pemberian dosis 75% tersebut berlaku untuk penggunaan PAC selama 7 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi dalam nilai persentase penggunaan dosis PAC memberikan keuntungan dalam operasional instalasi pengolahan air bersih terutama untuk kebutuhan PAC. Rancang bangun sistem SCADA memberikan hasil dalam memperoleh data pada satuan waktu tertentu untuk menentukan kebutuhan PAC pada operasional instalasi pengolahan air.

**Kata kunci:** NTU, PID, SCADA, PLC

*Diterima: 17 Juni 2016; Disetujui: 20 April 2017*

## Pendahuluan

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki fungsi sangat penting bagi kehidupan dan perikehidupan manusia, serta untuk memajukan kesejahteraan umum, sehingga merupakan modal dasar dan faktor utama pembangunan (PP No. 82 Tahun 2001). Kampus IPB Dramaga merupakan tempat civitas akademika melaksanakan kegiatan akademik, kegiatan administrasi, tempat tinggal dan olahraga memiliki kebutuhan sarana air bersih yang cukup besar. Kebutuhan sarana tersebut dapat dipenuhi dengan cara mengolah sumber air sungai menjadi air bersih dengan faktor utama kekeruhan. Kekeruhan didalam air disebabkan oleh materi yang tersuspensi atau tidak larut. Partikel yang tersuspensi terdiri dari materi organik, materi anorganik dan organisme hidup ataupun mati (Gregory 2006).

Obyek pada penelitian ini adalah Instalasi Pengolahan Air IPB wilayah sungai Cihideung. Nilai kekeruhan merupakan dasar dalam pemberian dosis koagulan dan data kekeruhan diambil dari air baku sungai Cihideung pada pagi dan sore hari. Dengan demikian diperlukan alat pemantau yang memberikan data kekeruhan secara *real time*. *Programmable Logic Controller* (PLC) dirancang untuk kecepatan tinggi dan aplikasi *real time*, yang berarti bahwa ketika mesin yang memproses ribuan item per detik dan benda-benda yang menghabiskan waktu hanya sepersekian detik di depan sensor memerlukan kemampuan respon cepat PLC

(Petruzella 2005). Berdasarkan permasalahan di atas, maka diperlukan rancang bangun sistem SCADA sebagai alat optimasi kualitas sistem produksi pada Instalasi Pengolahan Air. Dengan demikian, diperlukan simulasi dan visualisasi perubahan dosis koagulan terhadap perubahan nilai NTU secara *real time*. Pada penelitian ini perangkat lunak Matlab digunakan sebagai alat simulasi dan perangkat lunak SCADA sebagai alat visualisasi. Dengan demikian, perangkat lunak untuk sistem ini sangat luas dalam penggunaannya dan membutuhkan kombinasi dari dokumen dan desain (Stuart 2013).

Penelitian ini bertujuan merancang sistem *Supervisory Control And Data Acquisition* untuk diaplikasikan pada instalasi pengolahan air yang melayani kebutuhan air bersih domestik. Penelitian ini dimulai dari identifikasi kondisi peralatan yang telah ada serta perencanaan peralatan yang mendukung perancangan sistem SCADA pada instalasi pengolahan air. Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut: (a) Membuat model PID (*Proportional Integral Derivative*) dari analisa nilai sensor awal dan sensor akhir setelah proses pencampuran koagulan sebagai nilai standar dalam pemberian dosis koagulan, (b) Menganalisis korelasi antara output NTU terhadap pemberian dosis koagulan pada sistem Instalasi Pengolahan Air.

## Bahan dan Metode

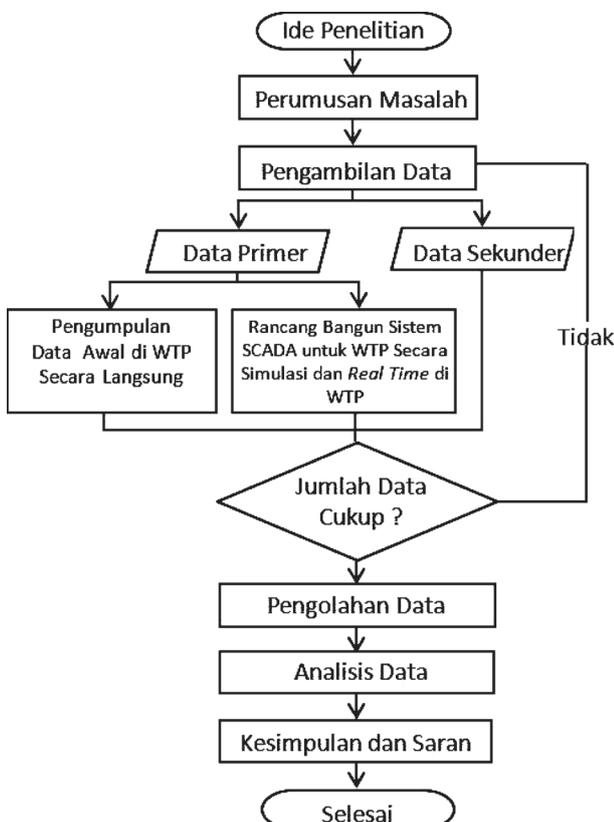
### Bahan

Bahan yang digunakan meliputi: air baku untuk instalasi pengolahan air; air baku hasil pencampuran dengan koagulan *Poly Aluminium Chloride* (PAC).

Alat yang digunakan selama penelitian meliputi: sensor kekeruhan dengan metode through-beam analog output 0 Volt sampai 10 Volt; PLC modul [SIMATIC S7-1200 CPU 1214 6ES7 214-1AG40-0XB0]; Catu Daya [HILED : HL250L-H1V24]; pompa air *submersible* [DC 12V 5800 Rpm 60 Watt 70 L/min]; Pengatur Kecepatan Motor [12 Volt DC 35 A]; *Portable Microprocessor Turbidity Meter* [HI 93703 HANNA Instrument]; pompa dosis [MILTON ROY GM0025PR1MNN 70 BAR]; pengolah data Matlab Software; pengolah data SIEMENS TIA Portal 13.

### Prosedur Pengukuran

Pengukuran *Nephelometric Turbidity Unit* (NTU) pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan prinsip kekeruhan air pada perbandingan intensitas cahaya yang disebabkan oleh suatu larutan standard dalam kondisi yang sama, semakin rendah intensitas cahaya yang terserap makin tinggi kekeruhannya. Pengumpulan data sekunder juga dilakukan pada penelitian ini. Langkah-langkah penelitian selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 1 dalam bentuk diagram alir.



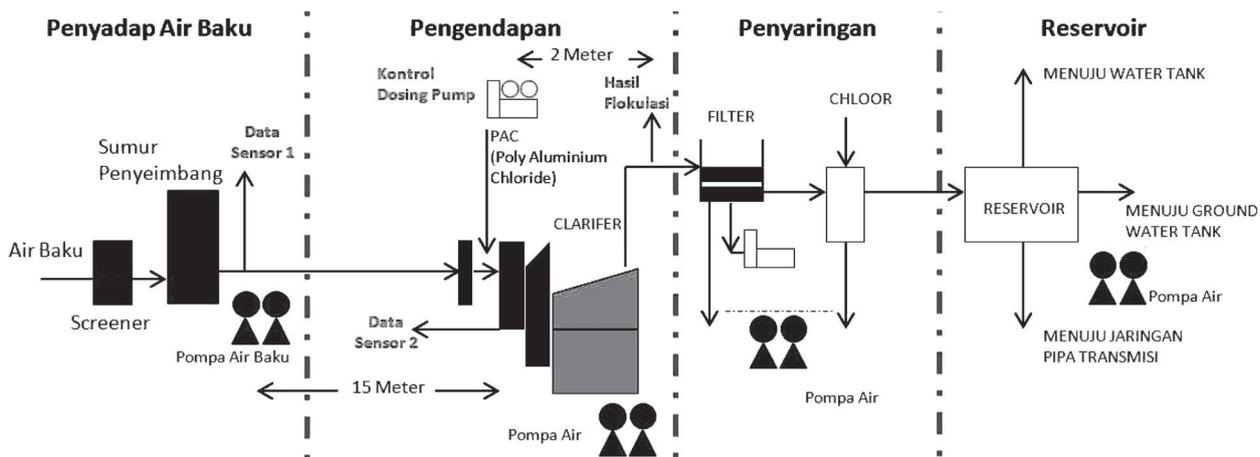
Gambar 1. Diagram alir penelitian.

Waktu pengukuran dilaksanakan pada bulan September - November 2015. Pengambilan dan pengukuran sampel kekeruhan dilakukan di tiga titik Instalasi Pengolahan Air IPB wilayah sungai Cihideung. Dua titik berjarak ± 15 m dari input air baku sungai menuju pompa dosis. satu titik berikutnya berjarak ± 2 m dari pompa dosis menuju air baku hasil flokulasi (pengendapan cepat) seperti terlihat pada Gambar 2.

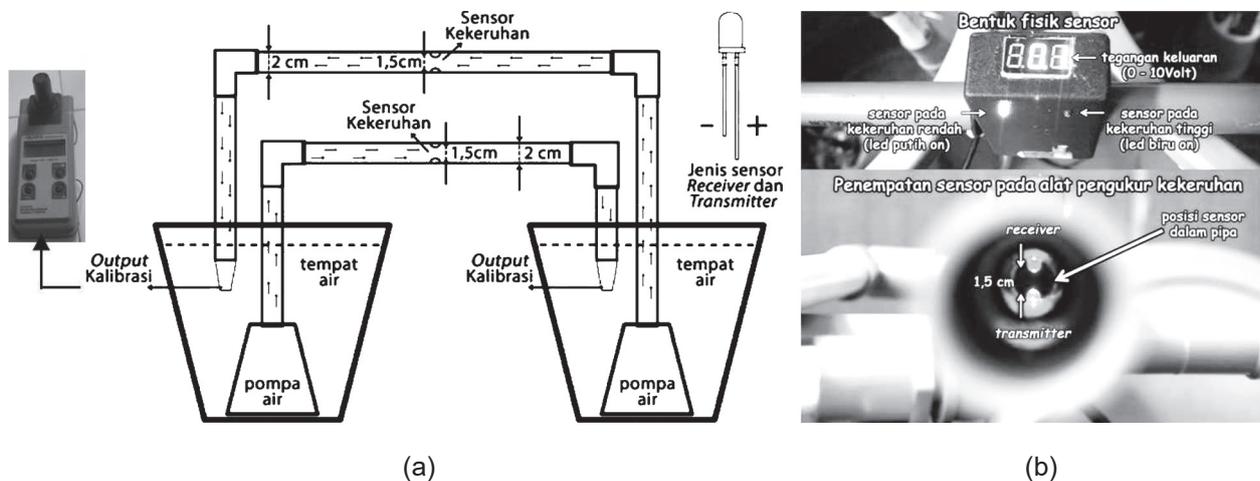
Pengambilan sampel air baku dari sungai Cihideung pada Instalasi Pengolahan Air IPB dilakukan dengan metode sampling seperti terlihat pada Gambar 2. Sampel air baku tersebut ditempatkan pada bak percobaan pengukuran seperti terlihat pada Gambar 3. Air baku dihisap dengan pompa submersible (pompa hisap) dan dilewatkan melalui pipa yang telah ditempatkan sensor optik metode *through-beam*. Hasil keluaran analog yang berguna dalam banyak aplikasi kontrol proses ketika memantau posisi obyek, ukuran benda tembus pandang untuk memberikan sinyal kontrol secara bervariasi pada perangkat analog (Garwood 1993). Sensor *through-beam* terdiri dari dua bagian, yaitu

*transmitter* (sensor cahaya pengirim) dan *receiver* (sensor penerima cahaya). Pada pengoprasian normal sumber cahaya dari transmitter yang terhalang oleh partikel tidak dapat diteruskan menuju *receiver* sehingga terhalang dalam menerima cahaya masukan (Scott 1988).

Semakin tinggi intensitas cahaya dihamburkan maka semakin tinggi kekeruhannya pada pengukuran intensitas cahaya yang dihamburkan secara tegak lurus terhadap lintasan cahaya menurut Lenore et al (1999). Pada penelitian ini sensor optik ditempatkan pada jarak 1,5 cm pada pemasangan *transmitter* dan *receiver* secara sejajar dalam diameter pipa sebesar 2 cm. Putaran mesin pompa air diatur menggunakan pengatur kecepatan motor yang bekerja dari putaran rendah sampai tinggi. Skala pengukuran kecepatan motor dengan *voltmeter* untuk kecepatan penuh pada 12 Volt. Pada saat awal menghidupkan motor pompa air kecepatan pada skala penuh, setelah dua menit kecepatan diturunkan menjadi setengah dari skala penuh. Hal tersebut dilakukan untuk membuang muatan berupa gelembung udara pada saat awal menghidupkan peralatan. Dengan pengukuran



Gambar 2. Titik pengambilan sampel air baku.



Gambar 3. Sensor kekeruhan (a) penempatan sensor, (b) bentuk fisik sensor.

melalui metode *through-beam* sensor diperoleh keluaran analog perubahan nilai tegangan dari 0 Volt sampai 10 Volt.

Hasil keluaran sensor dikalibrasikan untuk mendapatkan nilai kualitas air baku yang diukur pada saat bersamaan. Hal tersebut dilakukan untuk menjaga kualitas air baku yang diukur mendapat kesesuaian antara alat ukur Microprocessor Turbidity Meter dengan alat sensor kekeruhan yang dibuat dengan metode *through-beam*. Hasil keluaran sensor analog memiliki variasi tegangan atau arus serta sebanding dengan parameter penginderaan (Garwood 1993).

Proses kalibrasi yang dilakukan diperlukan untuk mendapatkan formulasi untuk menghitung standar kekeruhan yang dihasilkan berdasarkan alat pemantau kekeruhan yang bekerja berdasarkan metode *through-beam* dan menghasilkan tegangan 0 Volt sampai 10 Volt untuk dikonversikan menjadi nilai NTU berdasarkan hasil pengukuran melalui alat standar Microprocessor Turbidity Meter. Sedangkan hasil akhir air baku setelah proses flokulasi (proses pengendapan cepat) digunakan sebagai data hasil akhir dari proses pengontrolan besaran nilai bukaan katup pompa dosis terhadap nilai NTU air baku yang dihasilkan.

Hubungan antara air baku sungai dan air baku bercampur PAC pada pengukuran kekeruhan di Instalasi Pengolahan Air menunjukkan adanya korelasi dengan nilai kekeruhan yang dihasilkan turun setelah pencampuran air baku dengan PAC pada perlakuan air baku dengan dosis yang sama. Pengukuran dilakukan pada air baku untuk mendapatkan hasil keluaran tegangan yang berbeda dan dikonversi menjadi nilai dari sinyal perubahan tinggi rendahnya kekeruhan yang dibaca melalui sensor dengan metode jembatan *wheatstone*. Pada jembatan ini perubahan nilai D2 digunakan sebagai kalibrasi sampai mendapatkan sensitifitas maksimum pada pengukuran galvanometer (Laughton dan Warne 2003). Sinyal keluaran perubahan tegangan tersebut masih sangat kecil sehingga diperlukan penguat operasional yang

bekerja sebagai komparator tegangan seperti terlihat pada Gambar 4.

**Analisis Sistem Kontrol PID**

Suatu sistem kontrol PID dapat bekerja sampai mendekati ideal dalam suatu plant, maka diperlukan analisa hasil uji coba pada sistem dengan sistem *trial* dan *error* melalui perangkat lunak Matlab. Penelitian ini menggunakan fungsi alih : (Ali 2004)

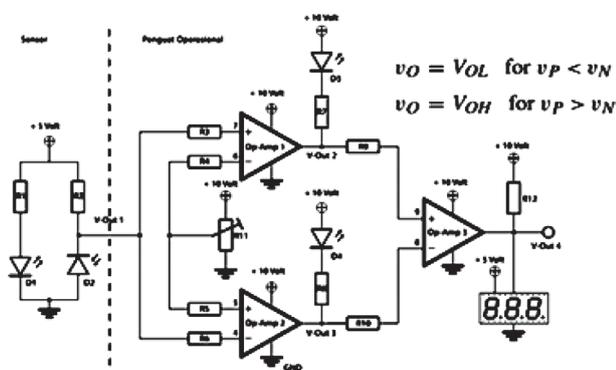
$$\frac{P(s)}{q(s)} = \frac{K_d s^2 + K_p s + K_i x^2}{s^3 + (5 + K_d)s^2 + (8 + K_p)s + K_i} \tag{1}$$

Percobaan dilakukan secara *trial* dan *error* pada perangkat lunak Matlab, maka untuk mendapatkan kondisi ideal dalam merancang kontrol PID memerlukan peningkatan beberapa kondisi Kp, Ki dan Kd. Hal tersebut dilakukan dengan cara: (a) menambahkan Kp untuk meningkatkan *rise time* (waktu naik), (b) menambahkan Kd untuk mengurangi overshoot (melampaui), (c) menambahkan Ki untuk mengurangi *error steady state* (perbedaan antara masukan dan keluaran sistem terhadap masukan uji tertentu pada saat waktu mendekati tak hingga,  $t \rightarrow \infty$ ).

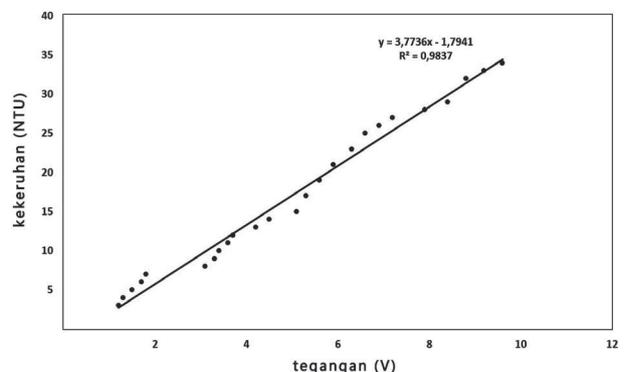
**Hasil dan Pembahasan**

**Pengukuran Kekeruhan Air Baku**

Hasil korelasi linear antara tegangan yang dihasilkan dan kekeruhan air baku menunjukkan semakin besar nilai tegangan yang dihasilkan, maka semakin besar nilai kekeruhannya (NTU). Hal tersebut ditimbulkan karena perubahan nilai tegangan pada sensor dipengaruhi oleh jumlah intensitas cahaya yang masuk pada saat air mengalir melalui sensor tersebut. Semakin baik kualitas air maka intensitas cahaya yang masuk semakin banyak pada saat pembacaan sensor. Hal sebaliknya berlaku pada hasil keluaran untuk nilai kekeruhan tertinggi. Hasil pengukuran kalibrasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 4. Rangkaian sensor dan penguat operasional dan rumus (Franco 2015).



Gambar 5. Grafik proses kalibrasi dan formulasi yang dihasilkan.

Tabel 1. Hasil pengukuran kekeruhan untuk dua jenis air baku.

No.	Pompa Dosis (katup dosis %)	Air baku dari sungai (NTU)	Air baku setelah pencampuran PAC melalui proses flokulasi (NTU)
1.	75	11,414	4,621
2.	75	13,300	4,621
3.	75	16,319	4,998
4.	75	17,451	4,998
5.	75	21,602	6,130
6.	75	22,734	8,017
7.	75	26,885	9,149
8.	75	29,149	11,036
9.	75	33,300	11,791

Tabel 2. Persentase pompa dosis hasil sistem kontrol PID.

No.	Air baku dari sungai (NTU)	Air baku setelah pencampuran PAC setelah proses flokulasi (NTU)	Pompa Dosis (katup dosis %)	Waktu Penggunaan Koagulan
1.	11,791	4,621	30	17hr 30min 0.0000s
2.	13,300	4,621	32	16hr 24min 22.500s
3.	17,074	4,998	45	11hr 39min 60.000s
4.	17,829	6,130	50	10hr 30min 0.0000s
5.	21,602	6,885	56	9hr 22min 30.000s
6.	23,866	8,395	60	8hr 45min 0.0000s
7.	26,885	9,149	72	7hr 17min 30.000s
8.	29,149	10,281	83	6hr 19min 31.086s
9.	33,300	11,036	91	5hr 46min 9.2280s

Hasil kalibrasi menghasilkan perumusan untuk menghitung besaran nilai tegangan yang dihasilkan terhadap nilai NTU yang ditentukan.

$$y = 3,7736x - 1,7941 \quad (2)$$

Rumus yang dihasilkan digunakan untuk menghitung nilai NTU untuk beberapa perlakuan kekeruhan air. Dimana sumbu y adalah besaran nilai NTU yang ditentukan dari nilai perubahan besar kecilnya nilai tegangan yang dihasilkan oleh sumbu x.

Grafik proses kalibrasi menunjukkan bahwa semakin besar nilai kekeruhan yang diperoleh maka linearitas dalam pengukuran semakin menyimpang seperti terlihat pada gambar 5. Hal tersebut terjadi karena sistem dalam sensor kekeruhan yang digunakan memiliki akurasi dari 3 sampai 30 NTU untuk skala tegangan output 0 sampai 10 Volt.

Dengan metode pada saat kalibrasi sensor pengukuran berikutnya dilakukan dengan membandingkan 2 jenis air, yaitu air baku dari sungai dan air baku setelah penambahan PAC. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 1. Data pada Tabel 1 diperoleh dari operasional Instalasi Pengolahan Air IPB pada sungai Cihideung untuk

tipe konvensional yaitu dengan dosis koagulan (PAC) sebesar 75% pada skala 0-100% dengan campuran bahan koagulan PAC 14kg/200 Liter air untuk pemakaian selama 7 jam. Hasil pengukuran menunjukkan untuk dosis PAC yang sama pada tiap perlakuan air menghasilkan nilai NTU air baku yang cukup untuk proses selanjutnya yaitu penyaringan melalui pasir kwarsa pada tabung filtrasi sistem Instalasi Pengolahan Air.

Data pengukuran selanjutnya dilakukan dengan memberlakukan sistem pembubuhan dosis koagulan yang berbeda pada setiap perlakuan input air baku. Hal tersebut dihasilkan melalui sistem kontrol PID yang bekerja dengan menginisialisasi nilai dugaan awal air baku menjadi setpoint dan mengolah data melalui sistem PID yang menghasilkan nilai manipulated variable (perubahan yang terjadi) untuk memerintahkan besar kecilnya nilai dosis koagulan.

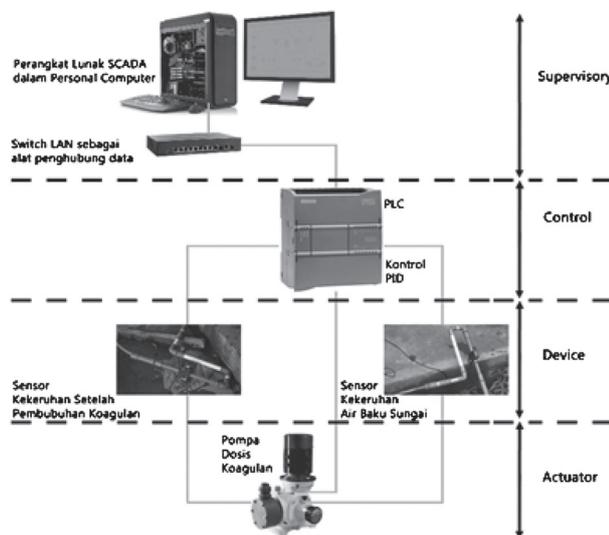
Hasil dari pembubuhan koagulan tersebut diukur kembali menjadi nilai umpan balik sebagai data masukan sistem PID untuk memberikan keputusan apakah nilai perubahan yang terjadi telah sama dengan nilai perubahan yang diinginkan sehingga menghasilkan keputusan yang akurat dalam pemberian koagulan berdasarkan nilai perubahan NTU.

Hasil pengukuran NTU dalam perhitungan skala *input* dan *output* NTU menghasilkan dosis yang berbeda pada tiap perlakuan kekeruhan air baku. Data masukan air baku berasal dari sistem sensor awal sebagai air baku dari sungai, sedangkan sistem sensor kedua diperoleh dari pengukuran air baku setelah proses pembubuhan koagulan. Data pengukuran pada Instalasi Pengolahan Air IPB di wilayah sungai Cihideung dapat dilihat pada Tabel 2.

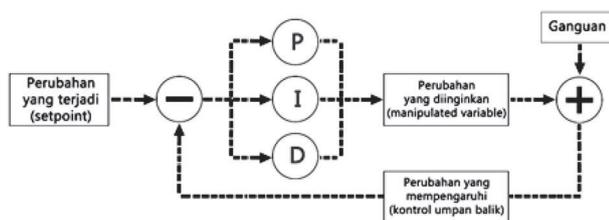
**Analisa Sistem SCADA**

Penelitian ini memperhitungkan sinyal perubahan sensor analog 0V sampai 10V sebagai sinyal masukan pada sistem SCADA. Op-Amp 3 bekerja sebagai komparator tegangan yang menguatkan sinyal perubahan dari nilai kekeruhan rendah sampai tinggi yang diperoleh dari perubahan besaran tegangan yang dihasilkan dari pembacaan sistem sensor dan dinotasikan dalam satuan Volt sebagai sinyal keluaran analog.

Pada nilai perubahan tegangan tersebut dideteksi oleh perangkat PLC sebagai sinyal masukan untuk membentuk pola sistem kontrol PID seperti terlihat pada gambar 6. Hasil dari sistem kontrol tersebut dinotasikan dalam satuan persen sebagai tolak ukur dalam pengendalian katup pompa dosis koagulan PAC pada proses kerja Instalasi Pengolahan Air.



Gambar 6. Skema sistem kontrol PID pada SCADA.



Gambar 7. Skema sistem kontrol PID pada SCADA.

Hasil pengukuran NTU dalam perhitungan skala *input* dan *output* NTU menghasilkan dosis yang berbeda pada tiap perlakuan kekeruhan air baku, seperti terlihat pada Tabel 2. Data kekeruhan awal berlaku sebagai *setpoint* untuk memberikan masukan kepada sistem SCADA dan diberikan perulangan perubahan pemantauan secara *real time*, sedangkan data kekeruhan sensor kedua digunakan sebagai sinyal kontrol untuk proses sistem PID. Sinyal *setpoint* digunakan oleh sinyal kontrol untuk menjaga kestabilan hasil perhitungan nilai NTU dalam melaksanakan perintah pemberian PAC melalui pompa dosis dalam satuan persen. Sehingga apabila telah melewati pompa dosis terjadi perubahan nilai NTU pada air baku sungai maka sensor kedua akan menstabilkan perubahannya.

Perubahan besar kecilnya bukaan katup pompa dosis koagulan PAC pada *input* air baku sungai sebanding dengan naik dan turunnya nilai NTU input. Dengan demikian menghasilkan air baku yang memiliki nilai NTU yang cukup baik untuk proses filtrasi (proses penyaringan air setelah proses flokulasi melalui pasir kwarsa).

**Analisa Sistem PID**

Data pada sensor 1 digunakan sebagai data awal yaitu *setpoint* untuk menentukan kekeruhan awal. Pada saat sistem telah memperoleh *setpoint* maka data tersebut digunakan sebagai target awal sensor 2 untuk merespon perubahan nilai kekeruhan dari sensor 1 sehingga sistem kontrol PID mendapatkan respon perubahan dari sensor 2 sebagai sinyal kontrol untuk memberikan dosis PAC sesuai dengan kebutuhan. Prosesor mikro dalam modul PID memproses data, membandingkan data untuk mengatur poin yang diberikan oleh CPU dan menentukan sinyal output yang sesuai. (Petruzella 2005). Hal tersebut dapat digambarkan sebagai berikut :

Perubahan yang terjadi = nilai kekeruhan awal (NTU)

Perubahan yang diinginkan = dosis koagulan yang diperlukan (%)

Perubahan yang mempengaruhi = nilai kekeruhan setelah pencampuran koagulan

Jadi yang dikontrol adalah air baku hasil pencampuran dengan koagulan (PAC). Untuk mengetahui kekeruhan air secara *real time* maka dipasanglah sensor kekeruhan. Program matematis dalam komputer (TIA PORTAL) diperlukan untuk melaksanakan perintah kontrol PID yang dapat berkomunikasi untuk menerima sinyal dari sensor kekeruhan. Sinyal kekeruhan awal digunakan sebagai nilai setpoint, sedangkan sinyal kekeruhan setelah proses pencampuran PAC digunakan sebagai sinyal kontrol dalam memberikan dosis koagulan dalam satuan persen (%). Proses pada

program PID dikerjakan dengan mencari nilai *error* untuk *looping* secara otomatis, yaitu dengan cara mengurangi nilai *setpoint* dengan perubahan yang mempengaruhi dari sensor kekeruhan. Nilai *error* dimasukkan ke dalam hitungan PID dan menghasilkan suatu nilai *manipulated variabel* yang akan dikirim ke sistem pompa dosis dalam bentuk signal untuk menaikkan atau menurunkan tingkat pembubuhan koagulan dalam persentase. Sehingga air baku mendapatkan perlakuan dosis koagulan yang sesuai.

Ketika nilai kekeruhan dari sensor awal sama dengan hasil pengukuran sensor setelah pencampuran koagulan (perubahan yang terjadi = perubahan yang diinginkan) maka nilai  $error = 0$  yang artinya tujuan pengontrolan tercapai, maka sistem PID akan mengirim signal perubahan = 0, dapat diartikan perubahan nilai dosis sudah sesuai sehingga pada pompa dosis nilai variabel pompa dosis berhenti pada persentase nilai yang telah ditentukan dari hasil pengontrolan sistem PID.

### Simpulan

Hasil perancangan sistem SCADA pada instalasi pengolahan air menunjukkan bahwa : (a) Sistem kontrol PID merespon cepat terhadap perubahan nilai input NTU air baku, sedangkan sinyal kontrol digunakan sebagai sinyal kendali terhadap *output* yang dihasilkan, (b) Berdasarkan output NTU, perubahan nilai katup dosis koagulan berkorelasi positif terhadap nilai NTU input air baku. Hal ini menunjukkan tingkat efisiensi terhadap penggunaan koagulan pada operasional Instalasi Pengolahan Air dibandingkan dengan nilai katup dosis koagulan yang tetap terhadap perubahan nilai NTU. Hal tersebut juga terlihat dari satuan waktu dalam menggunakan koagulan PAC.

Rancang bangun SCADA menguntungkan dalam memperoleh hasil akhir serta dapat digunakan sebagai alat analisa penggunaan koagulan PAC untuk waktu tertentu dan berkelanjutan.

### Daftar Pustaka

- Ali M. 2004. Pembelajaran Perancangan Sistem Kontrol PID Dengan Software Matlab. Jurnal Edukasi@Elektro Vol. 1, No. 1, Oktober 2004, hlm. 1 – 8.
- Franco S. 2015. Design With Operational Amplifiers And Analog Integrated Circuits-Fourth Edition. San Francisco State University. McGraw-Hill series in electrical and computer engineering.
- Garwood B. 1993. Handbook of Photoelectric Sensing by Banner Engineering Corp.
- Gregory J. 2006. Particles in Water : Properties and Processes. CRC Press Taylor and Francis Group
- Laughton M. Warne D. 2003. Electrical Engineer's Reference Book. Sixteenth edition. Newnes Elsevier Science.
- Lenore S Clescerl. Arnold E Greenberg, Andrew D Eaton. 1999. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. by American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation
- [MENLH] Kementrian Lingkungan Hidup. 2001. Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Petruzella F. 2005. Programmable Logic Controllers, Third Edition. McGraw-Hill.
- Scott J. 1988. Photoelectric Sensors and Controls. Selection and Application, First Edition.
- Stuart G. 2013. Designing SCADA Application Software : A Practical Approach First Edition. Elsevier.