



**PENENTUAN DOSIS OPTIMUM PAC (*Poly Aluminium Chloride*) PADA PENGOLAHAN AIR BERSIH DI IPA  
TEGAL BESAR PDAM JEMBER**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Pertanian (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian

Oleh

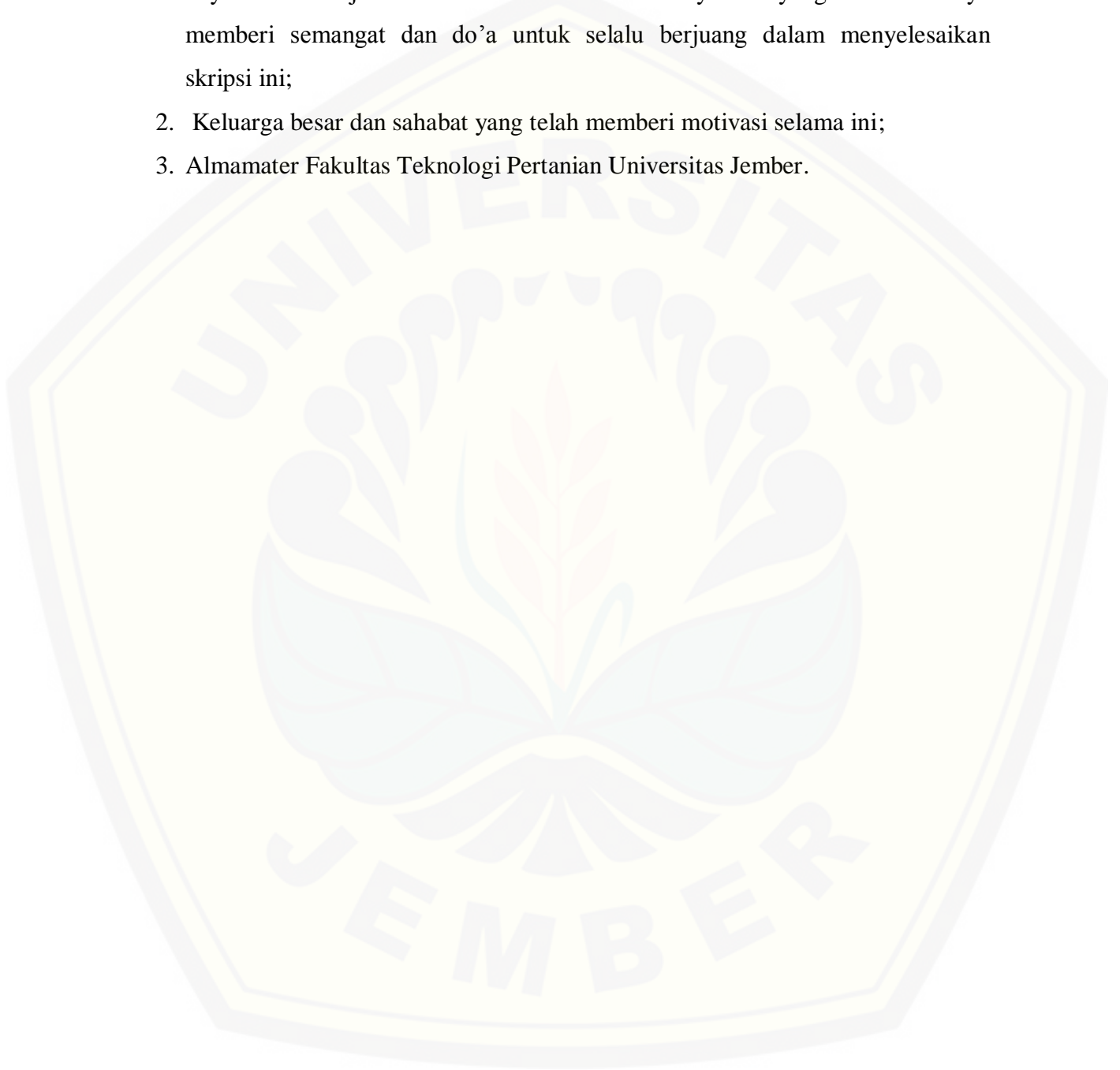
**Nurani Wityasari  
NIM 111710201041**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2015**

**PERSEMBAHAN**

Karya Tulis Ilmiah ini saya persembahkan untuk:

1. Ayahanda Widji Santoso dan Ibunda Titik Setyowati yang tidak hentinya memberi semangat dan do'a untuk selalu berjuang dalam menyelesaikan skripsi ini;
2. Keluarga besar dan sahabat yang telah memberi motivasi selama ini;
3. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.



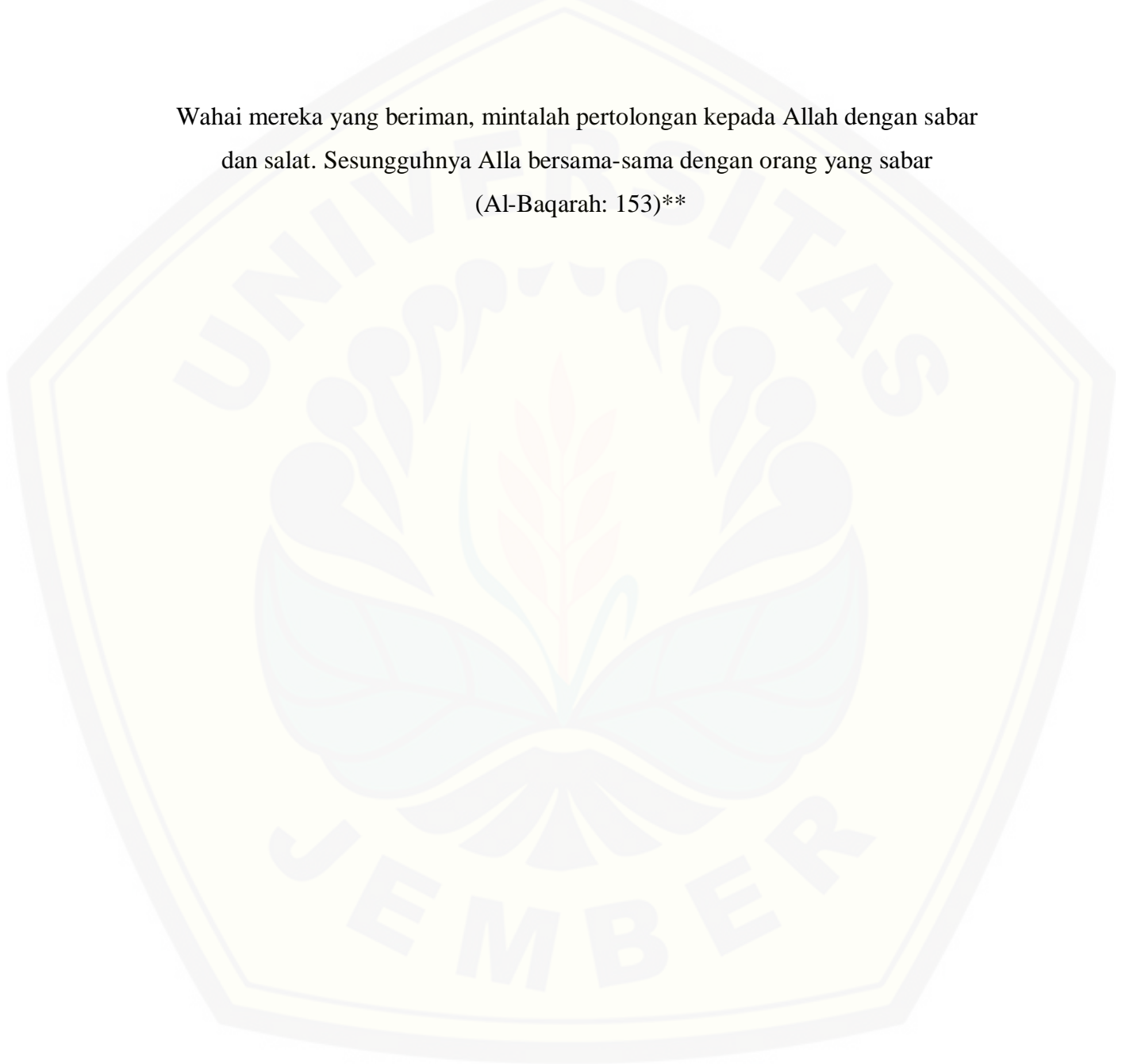
**MOTTO**

Jika kamu berfikir kamu bisa melakukannya, kamu bisa

**(John Burroughs)\***

Wahai mereka yang beriman, mintalah pertolongan kepada Allah dengan sabar dan salat. Sesungguhnya Alla bersama-sama dengan orang yang sabar

**(Al-Baqarah: 153)\*\***



---

\*) Kata-kata- bijak.com [05 Agustus 2015]

\*\*) Al-quran

**PERNYATAAN**

Saya yang betanda tangan di bawah ini :

Nama : **NURANI WITYASARI**

NIM : **111710201041**

menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul: ***“Penentuan Dosis Optimum PAC (Poly Aluminium Chloride) pada Pengolahan Air Bersih di IPA Tegal Besar PDAM Jember”*** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 05 Agustus 2015

Yang menyatakan,

**Nurani Wityasari**  
**NIM. 111710201041**

**SKRIPSI**

**PENENTUAN DOSIS OPTIMUM PAC (*Poly Aluminium Chloride*) PADA PENGOLAHAN AIR BERSIH DI IPA  
TEGAL BESAR PDAM JEMBER**

oleh :

**Nurani Wityasari  
NIM. 111710201041**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Elida Novita, S.TP., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Penentuan Dosis Optimum PAC (*Poly Aluminium Chloride*) pada Pengolahan Air Bersih di IPA Tegal Besar PDAM Jember” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Selasa, 22 September 2015

tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota I,

Ir. Hamid Ahmad

Ririn Endah Badriani, S.T., M.T.

NIP. 19550227 198403 1002

NIP. 19720528 199802 2001

Mengesahkan

Dekan,

Dr. Yuli Witono, S. TP, M.P

NIP. 19691212 199802 1001



## SUMMARY

**Determination of Optimum PAC (*Poly Aluminium Chloride*) Dosage on Water Treatment in IPA Tegal Besar PDAM Jember;** Nurani Wityasari, 111710201041; 72 pages; Department Of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, University Of Jember.

Tegal Besar Water Treatment (TBWT) is one of Jember Cleaner Provider (PDAM) unit that use Bedadung and Kalijompo rivers as source of clean water. Water treatment at TBWT was PAC (Poly Aluminium Chloride) as coagulant in the coagulation-flocculation process. The coagulant (PAC) addition have not optimum because TBWT still using trial and error method in their application. One effort to optimize the PAC addition is making the standardization. Standardization of coagulant dosage can be done by making relation curve between coagulant dose and turbidity of samples. The objectives of the research are to determine the coagulant (PAC) dosage and getting the standard curve of PAC and turbidity.

The research conducted from December 2014 until March 2015. Water sample was done two times, in the morning (07.00-08.00 a.m) and in the afternoon (15.00-16.00 p.m). Parameter tested are temperature, pH, total dissolved solids (TDS), total suspended solids (TSS), turbidity, and volume of mud water. Each parameter measured before and after the coagulation-flocculation process and calculate the efficiency of the parameters. Determination of optimum coagulant dosage was done within three stage. The first stage was dosage reference at TBMT, second stage trial and error method at laboratory and the last stage determination of dosage based on standard.

The result of research at determination of optimum coagulant dosage for the rain season were 10 mg/L until 85 mg/L at water turbidity standard 100 NTU until 500 NTU. The result showed that turbidity is the most influence parameter for optimum dosage of PAC. The optimum dosage coagulant (PAC) determination also consider the economic value. Turbidity value and optimum dosage of PAC was processed using simple linear regression equations. The equation in the morning is  $y = 0,155x + 17,55$  with  $R^2 = 0,86$  and in the afternoon is  $y = 0,138x + 20,34$  with  $R^2 = 0,88$ . These equations can be used in TBWT to optimize their dosage, economically.

## RINGKASAN

**Penentuan Dosis Optimum PAC (*Poly Aluminium Chloride*) pada Pengolahan Air Bersih di IPA Tegal Besar PDAM Jember;** Nurani Wityasari, 111710201041; 72 halaman; Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

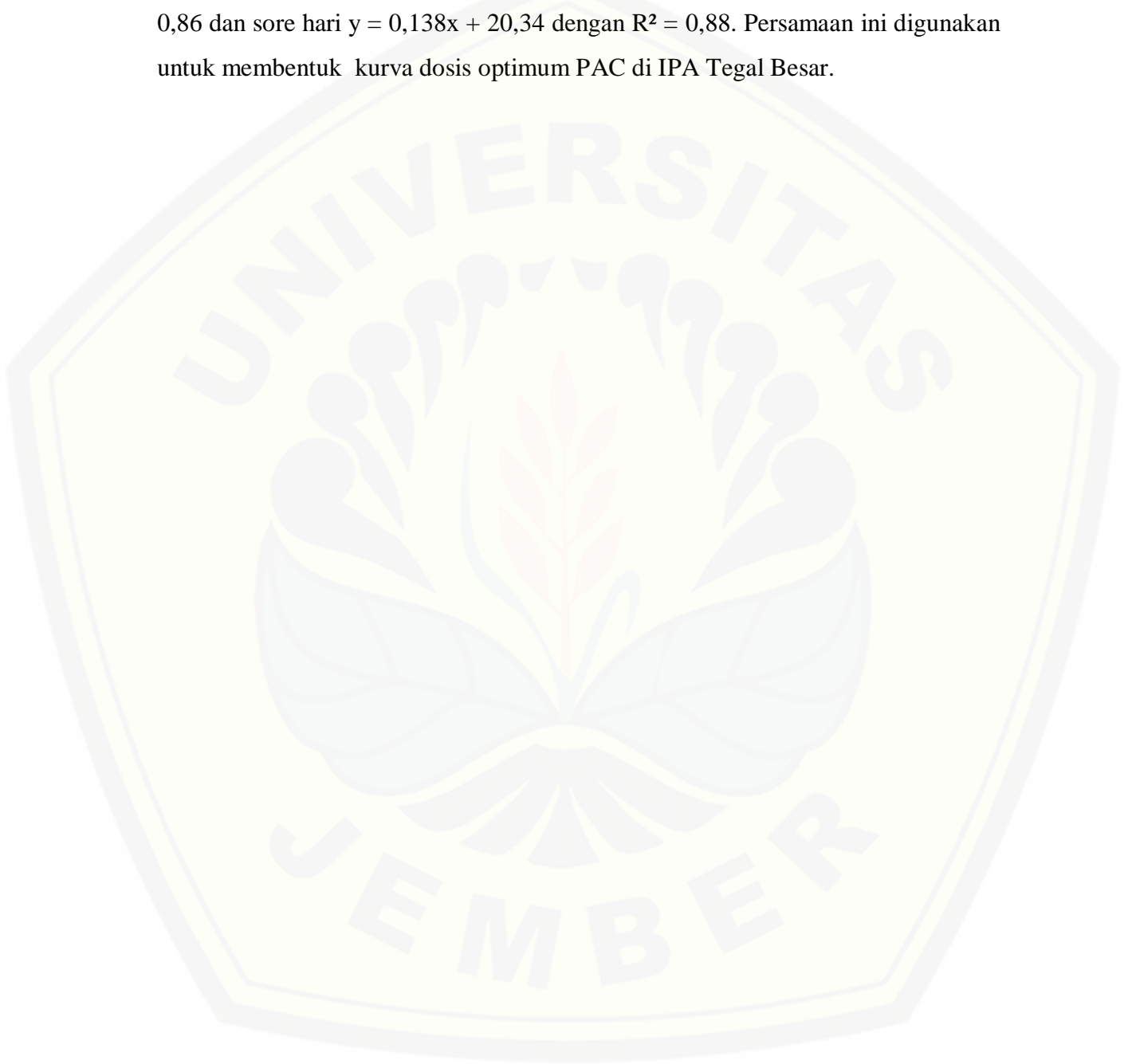
Instalasi Pengolahan Air (IPA) Tegal Besar PDAM Jember merupakan perusahaan penyedia air bersih dengan memanfaatkan Sungai Bedadung dan Kalijompo sebagai sumber baku air bersih. Pengolahan air di IPA Tegal Besar PDAM Jember menggunakan PAC (*Poly Aluminium Chloride*) sebagai koagulan pada proses koagulasi-flokulasi. PAC yang ditambahkan dalam air belum optimal karena IPA Tegal Besar masih menggunakan metode *trial and error*. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengoptimalkan dosis PAC dalam air yaitu membuat standarisasi penggunaan PAC. Standarisasi PAC dapat dilakukan dengan membuat kurva hubungan antara dosis koagulan dan kekeruhan pada sampel air. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan dosis optimum PAC dan pembuatan kurva standar dosis PAC dan kekeruhan.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2014 sampai Maret 2015. Pengambilan sampel air dilakukan di IPA Tegal Besar PDAM Jember pada pagi dan sore hari. Parameter yang diuji adalah suhu, pH, total padatan terlarut (TDS), total padatan tersuspensi (TSS), kekeruhan dan volume lumpur untuk mengetahui keefektifan PAC. Tiap parameter diukur saat sebelum dan setelah proses koagulasi-flokulasi serta menghitung efisiensi. Penentuan dosis optimum PAC ditentukan melalui menggunakan 3 tahap. Tahap pertama acuan penggunaan dosis di IPA Tegal Besar PDAM Jember, tahap kedua metode *trial and error* di laboratorium dan tahap terakhir penentuan dosis sebagai standar.

Hasil penelitian ini dalam penentuan dosis optimum PAC selama musim hujan adalah 10 mg/l sampai 85 mg/l pada kekeruhan awal air baku 100 NTU sampai 500 NTU. Dosis optimum PAC yang dipilih mempertimbangkan nilai ekonomis. Perhitungan nilai efisiensi penurunan setiap parameter menunjukkan



bahwa nilai kekeruhan merupakan parameter yang paling berpengaruh terhadap dosis optimum PAC. Nilai kekeruhan dan dosis optimum PAC diolah menggunakan persamaan regresi linier sederhana untuk memperoleh persamaan. Persamaan yang dihasilkan pada pagi hari yaitu  $y = 0,155x + 17,55$  dengan  $R^2 = 0,86$  dan sore hari  $y = 0,138x + 20,34$  dengan  $R^2 = 0,88$ . Persamaan ini digunakan untuk membentuk kurva dosis optimum PAC di IPA Tegal Besar.



## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT. atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul ” Penentuan Dosis Optimum PAC (*Poly Aluminium Chloride*) pada Pengolahan Air Bersih di IPA Tegal Besar PDAM Jember”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari kendala-kendala yang ada, namun berkat dukungan dan arahan dari berbagai pihak akhirnya skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Elida Novita, S.TP., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktu, pikiran, perhatian serta bimbingan dalam penyusunan skripsi ini;
2. Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah banyak memberikan materi dan perbaikan dalam penyusunan skripsi ini;
3. Ir. Hamid Ahmad., selaku Ketua Penguji yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan bimbingan dalam perbaikan skripsi ini;
4. Ririn Endah Badriani, S.T., M.T., selaku Anggota Penguji yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan bimbingan dalam perbaikan skripsi ini;
5. Dr. Yuli Witono, S. TP., M.P., selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
6. Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M. Eng., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember yang telah banyak memberikan saran dan pengarahan dalam penyelesaian skripsi ini;
7. Ir. Muharjo Pudjojono selaku Ketua Komisi Bimbingan yang telah memberikan saran dan kritik selama penyusunan skripsi ini;

8. Ayahanda Widji Santoso, Ibunda Titik Setyowati, Adikku Ari Teguh Santoso dan Kharisma Cahya Andromeda yang tak pernah lelah memberikan doa, kasih sayang, kesabaran, semangat dan pengorbanan selama ini;
9. Ma'mun Mustofa, yang telah memberikan do'a dan semangat untuk terus menyelesaikan penyusunan skripsi ini;
10. Teman-teman TEP 2011 dan Riskiana Nurjannah, Dewi Sofiah, Ina Kurniwanti, Wendy Dreifyana dan Tanjung Asih memberikan semangat untuk terus menyelesaikan penyusunan skripsi ini;
11. Teman-teman kos kalimantan 10 Ana, Vita, Anggita, Nisa, Rifda, Fenti, Ratna, Desy, Riska, Ida, Isti, farida, putri dan iin yang telah motivasi dan semangat untuk terus menyelesaikan penyusunan skripsi ini;
12. Semua pihak yang tidak tersebut namanya yang telah membantu kelancaran penyusunan skripsi ini.

Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat dan Hidayah-Nya kepada mereka semua. Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini jauh dari kesempurnaan. Akhirnya penulis berharap agar skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak khususnya Mahasiswa Fakultas Teknologi Pertanian Unversitas Jember.

Jember, Agustus 2015

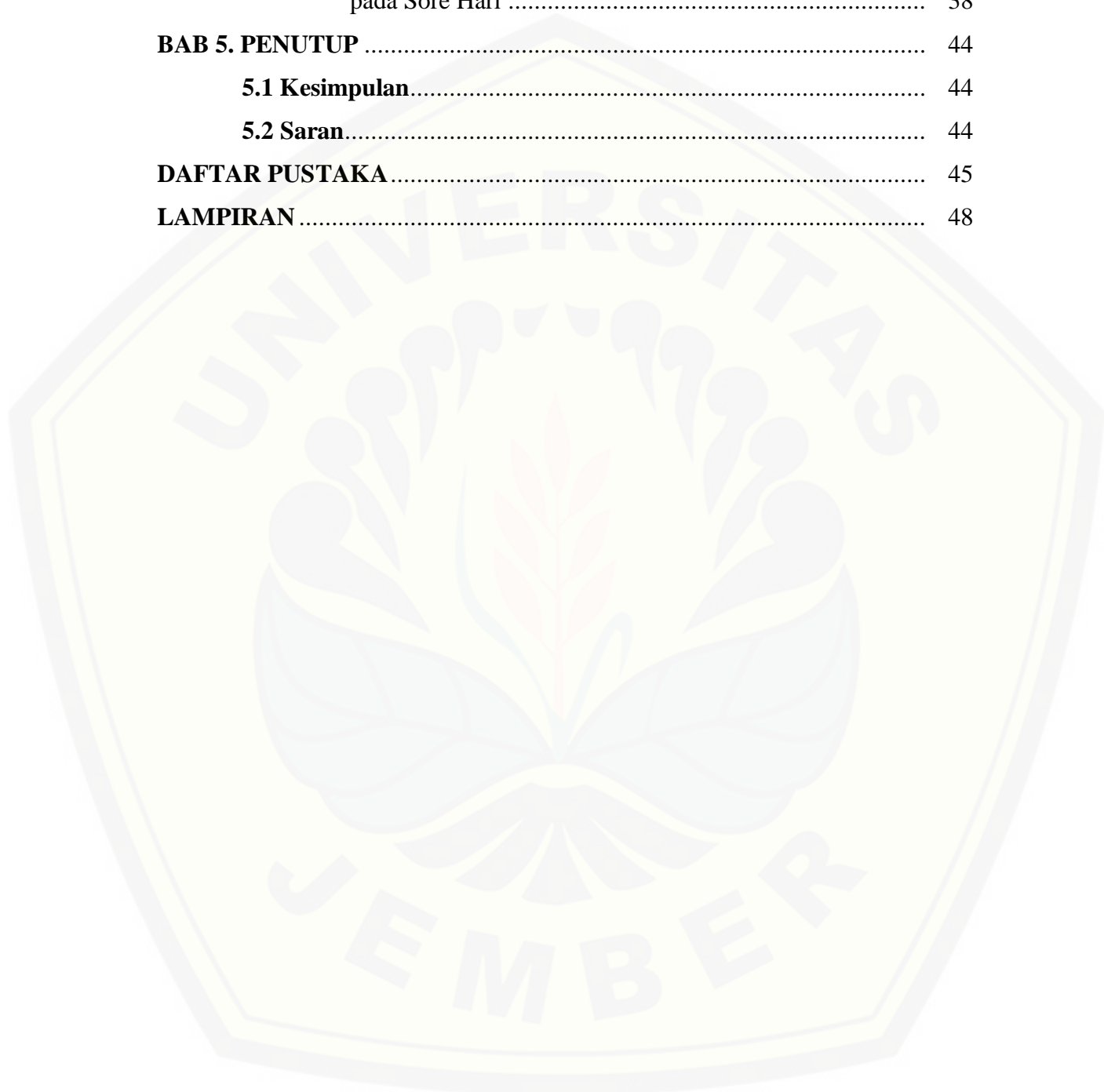
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>SUMMARY</b> .....	vii
<b>RINGKASAN</b> .....	viii
<b>PRAKATA</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	3
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	3
<b>1.4 Tujuan Penelitian</b> .....	4
<b>1.5 Manfaat Penelitian</b> .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
<b>2.1 Kualitas Air Bersih</b> .....	5
<b>2.2 Pengolahan Air Bersih</b> .....	6
2.2.1 Proses Koagulasi .....	6
2.2.2 Proses Flokulasi .....	7
2.2.3 Proses Sedimentasi .....	7
2.2.4 Proses Filtrasi .....	8
2.2.5 Proses Desinfeksi .....	8
<b>2.3 PAC (Poly Aluminium Chloride)</b> .....	8

<b>2.4 Parameter Uji Kualitas Air</b> .....	10
2.4.1 Suhu .....	10
2.4.2 pH (Derajat Keasaman) .....	10
2.4.3 TDS ( <i>Total Dissolved Solid</i> ) .....	10
2.4.4 TSS ( <i>Total Suspended Solid</i> ) .....	11
2.4.5 Kekeruhan .....	11
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	12
<b>3.1 Waktu dan Tempat Penelitian</b> .....	12
<b>3.2 Alat dan Bahan Penelitian</b> .....	12
3.2.1 Alat Penelitian .....	12
3.2.2 Bahan Penelitian .....	12
<b>3.3 Tahapan Penelitian</b> .....	13
3.3.1 Studi Literatur .....	14
3.3.2 Pengambilan Sample Air .....	14
3.3.3 Proses Koagulasi-Flokulasi .....	14
3.3.4 Penentuan Dosis Optimum PAC ( <i>Poly Aluminium Chloride</i> ) .....	16
<b>3.4 Analisis Data</b> .....	16
3.4.1 Penurunan Efisiensi Parameter Kualitas Air .....	16
3.4.2 Regresi Linier Sederhana .....	16
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	18
<b>4.1 Deskripsi Lokasi Penelitian</b> .....	18
<b>4.2 Analisis Parameter Kualitas Air</b> .....	20
4.2.1 Suhu .....	21
4.2.2 pH (Derajat Keasaman) .....	23
4.2.3 TDS ( <i>Total Dissolved Solid</i> ) .....	24
4.2.4 TSS ( <i>Total Suspended Solid</i> ) .....	25
4.2.5 Kekeruhan .....	26
<b>4.3 Penentuan Dosis Optimum PAC (<i>Poly Aluminium Chloride</i>)</b> .....	29
<b>4.4 Pembuatan Kurva Standar Pemakaian Dosis PAC         (<i>Poly Aluminium Chloride</i>)</b> .....	33

4.4.1 Pembuatan Kurva Standar Pemakaian Dosis PAC pada Pagi Hari .....	33
4.4.2 Pembuatan Kurva Standar Pemakaian Dosis PAC pada Sore Hari .....	38
<b>BAB 5. PENUTUP</b> .....	44
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	44
<b>5.2 Saran</b> .....	44
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	45
<b>LAMPIRAN</b> .....	48





**DAFTAR TABEL**

	Halaman
2.1 Daftar Persyaratan Kualitas Air Minum.....	6
4.1 Analisis Kualitas Air Sebelum dan Setelah Proses Koagulasi-Flokulasi	20
4.2 Rata-rata Nilai Kekeruhan Pagi Hari .....	34
4.3 Rata-rata Nilai Kekeruhan Sore Hari .....	39



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
3.1 Diagram Tahapan Penelitian .....	13
4.1 Peta Lokasi Penelitian Kualitas Air PDAM Jember .....	18
4.2 Grafik Perbandingan Suhu Sebelum (awal) dan Setelah (akhir) Proses Koagulasi-Flokulasi pada Pagi dan Sore Hari .....	22
4.3 Grafik Perbandingan pH Sebelum (awal) dan Setelah (akhir) Proses Koagulasi-Flokulasi pada Pagi dan Sore Hari.....	23
4.4 Grafik Perbandingan TDS Sebelum (awal) dan Setelah (akhir) Proses Koagulasi-Flokulasi pada Pagi dan Sore Hari.....	24
4.5 Grafik Perbandingan TSS Sebelum (awal) dan Setelah (akhir) Proses Koagulasi-Flokulasi pada Pagi dan Sore Hari.....	25
4.6 Grafik Perbandingan Kekeruhan Sebelum (awal) dan Setelah (akhir) Proses Koagulasi-Flokulasi pada Pagi dan Sore Hari.....	28
4.7 Grafik Hasil Penentuan Dosis Optimum PAC dengan Kekeruhan dan Volume Lumpur pada Pagi Hari.....	31
4.8 Grafik Hasil Penentuan Dosis Optimum PAC dengan Kekeruhan dan Volume Lumpur pada Sore Hari.....	31
4.9 Grafik Hubungan Jumlah Data dengan Nilai Kekeruhan Pagi Hari .....	33
4.10 Grafik Persamaan Rata-rata Nilai Kekeruhan dan Dosis Pagi Hari.....	35
4.11 Kurva Standar Pemakaian Dosis Optimum PAC Pagi Hari .....	37
4.12 Grafik Hubungan Jumlah Data dengan Nilai Kekeruhan Sore Hari.....	38
4.13 Grafik Persamaan Rata-rata Nilai Kekeruhan dan Dosis Sore Hari .....	40
4.14 Kurva Standar Pemakaian Dosis Optimum PAC Sore Hari.....	42

**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
A. Data Pengukuran Harian Kualitas Air PDAM Jember.....	48
B. Data TSS ( <i>Total Suspended Solid</i> ).....	54
C. Persyaratan Kualitas Air Minum.....	62
D. Daftar Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas .....	63
E. Contoh Aplikasi Persamaan Kurva Standar Pemakaian Dosis PAC ( <i>Poly Aluminium Chloride</i> ) .....	66
F. Foto Kegiatan Penelitian .....	67
G. Matrik Kegiatan Penelitian .....	69
H. Grafik Persamaan Regresi .....	70

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Air bersih dan air minum merupakan hal pokok yang dibutuhkan oleh masyarakat. Selain itu air bersih juga turut menunjang semua kegiatan perekonomian dan industri (BPSDM, 2004:2). Sehingga Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) memiliki peran penting untuk memenuhi kebutuhan air bersih dan air minum di suatu daerah.

Umumnya PDAM suatu daerah memiliki beberapa Instalasi Pengolahan Air (IPA). Seperti PDAM Kabupaten Jember yang memiliki 4 IPA yakni IPA Tegal Besar, IPA Tegal Gede, IPA Wirolegi dan IPA Pakusari (PDAM, 2010:21). Sumber baku air bersih yang digunakan oleh tiap-tiap IPA di PDAM Kabupaten Jember adalah air sungai yang berasal dari Sungai Bedadung dan Sungai Kalijompo. Tiap sungai tersebut memiliki beban pencemar berbeda, Sungai Bedadung tercemar oleh limbah dari rumah tangga, rumah sakit, hotel, perkebunan, peternakan, pertanian dan sampah. Sedangkan beban pencemar dari Sungai Kalijompo berasal dari limbah cair pengolahan karet dan limbah rumah tangga. Selain bahan pencemar, perubahan cuaca turut mempengaruhi kualitas air sungai. PDAM Kabupaten Jember sebagai perusahaan yang pengolahan air bersih belum mengukur beban pencemar atau bahan kimia yang terkandung pada air sungai tersebut. Hal ini dikarenakan keterbatasan alat sehingga PDAM Kabupaten Jember hanya terfokus pada pengukuran tingkat kekeruhan dan TDS (*Total Dissolve Solid*) sebelum dan setelah proses pengolahan air.

Pengukuran tingkat kekeruhan dan TDS (*Total Dissolve Solid*) harus memenuhi standar baku mutu air yang berlaku di Indonesia menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor : 492/MENKES/PER/IV/2010, tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Pengawasan kualitas air minum yang harus dipenuhi oleh PDAM meliputi persyaratan fisika, kimia dan biologi. Salah satu parameter yang dapat menjadi acuan dalam memenuhi persyaratan kualitas air minum adalah kekeruhan dengan kadar maksimum 5 NTU (Menteri

Kesehatan Republik Indonesia, 2010). Untuk memenuhi persyaratan kualitas air minum tersebut, maka perlu adanya pengolahan air. Pengolahan air terdiri beberapa proses salah satunya proses koagulasi-flokulasi.

Menurut Notodarmodjo *et al.*, (2004), koagulasi adalah proses pengolahan air dengan cara mendestabilisasi partikel-partikel koloid dan *suspended solid* yang didalamnya berupa bakteri dan virus, sedangkan flokulasi adalah proses pengolahan air dengan cara penggabungan partikel-partikel yang tidak stabil dengan cara pengadukan lambat sehingga terbentuk gumpalan atau flok yang dapat diendapkan. Proses koagulasi-flokulasi membutuhkan zat koagulan untuk membantu penjernihan air. Penambahan koagulan berfungsi untuk menetralkan muatan partikel dan memperkecil ketebalan lapisan difus di sekitar partikel sehingga mempermudah penggabungan partikel tersebut menjadi agregat yang lebih besar dan secara teknis dapat diendapkan (Notodarmodjo *et al.*, 2004).

Zat koagulan yang digunakan oleh PDAM Kabupaten Jember untuk menjernihkan air yaitu tawas dan PAC. Tawas digunakan di IPA Tegal Gede dan IPA Wirolegi, sedangkan PAC digunakan di IPA Tegal Besar dan IPA Pakusari. IPA Tegal Besar menggunakan PAC untuk penjernihan air melalui proses koagulasi-flokulasi. PAC dipilih karena memiliki kemampuan koagulasi yang kuat, rentang pH lebar (6-9), biayanya murah dan mudah penggunaannya. PAC cocok digunakan untuk pengolahan limbah dengan *Biological Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) tinggi (Ramadhani *et al.*, 2013). Karena memiliki kemampuan koagulasi yang kuat, PAC dipilih untuk pengolahan air di IPA Tegal Besar yang dapat menurunkan kekeruhan tinggi mencapai 500 NTU selama musim hujan dan dapat menjernihkan air sesuai dengan standar baku mutu air 5 NTU.

Proses pengolahan air di IPA Tegal Besar dengan menambahkan PAC masih menggunakan metode *trial and error*. Metode ini digunakan oleh IPA Tegal Besar pada pagi dan sore hari ketika air sungai masuk dan diproses menjadi air bersih. Dalam proses penambahan PAC dengan metode *trial and error* terkadang air hasil pengolahan masih keruh akibat dosis PAC yang digunakan kurang atau berlebih. Penggunaan PAC di IPA Tegal Besar Kabupaten Jember



dalam proses koagulasi-flokulasi belum sesuai dengan dosis yang dibutuhkan. Hal ini dapat terlihat dari nilai kekeruhan setelah proses harus memenuhi standar baku mutu air bersih sebesar 5 NTU.

Tingkat kekeruhan air sungai dipengaruhi oleh perbedaan suhu lingkungan, sedangkan penambahan PAC oleh IPA Tegal Besar belum memperhatikan perbedaan suhu lingkungan. Hal ini menyebabkan air yang dijernihkan belum memenuhi syarat kekeruhan seperti yang diterapkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan No. 492 tahun 2010. Oleh karena itu perlu adanya penelitian tentang “Penentuan Dosis Optimum PAC (*Poly Aluminium Chloride*) pada Pengolahan Air Bersih di IPA Tegal Besar PDAM Jember”.

## **1.2 Rumusan Masalah**

IPA Tegal Besar dalam proses penambahan PAC belum sesuai dengan dosis optimum yang dibutuhkan. Sehingga perlu diangkat permasalahan antara lain.

1. Menentukan dosis optimum penggunaan PAC pada proses koagulasi-flokulasi pada pengolahan air bersih di IPA Tegal Besar PDAM Jember.
2. Pengaruh dosis optimum penggunaan PAC terhadap nilai kekeruhan sebelum pengolahan air yang terstandarisasi dengan kurva pada pengolahan air bersih di IPA Tegal Besar PDAM Jember.

## **1.3 Batasan Masalah**

Penelitian ini dilakukan di IPA Tegal Besar Kabupaten Jember dengan dibatasi pengamatan 5 parameter kualitas air yang mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor : 492/MENKES/PER/IV/2010, tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Pengukuran 5 parameter terdiri dari parameter kimia dan fisika. Parameter kimia yang diukur adalah pH dan parameter fisika yang diukur adalah suhu, TDS, TSS dan kekeruhan. Penelitian ini juga mengukur volume lumpur hasil proses koagulasi-flokulasi. Pelaksanaan penelitian ini pada musim hujan tahun 2015.



#### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini sebagai berikut.

1. Mengetahui dosis optimun PAC (*Poly Aluminium Chloride*) pada pengolahan air bersih di IPA Tegal Besar PDAM Jember.
2. Menghasilkan kurva standar pemakaian dosis PAC (*Poly Aluminium Chloride*) dan kekeruhan pada pengolahan air bersih di IPA Tegal Besar PDAM Jember.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dapat membantu IPA Tegal Besar PDAM Jember untuk menentukan dosis pemakaian PAC (*Poly Aluminium Chloride*) menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor: 492/MENKES/PER/IV/2010, tentang Persyaratan Kualitas Air Minum dan pembuatan kurva standar pemakaian PAC (*Poly Aluminium Chloride*).

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kualitas Air Bersih

Air bersih merupakan air yang digunakan sehari-hari dengan syarat menteri kesehatan. Air bersih dapat digunakan air minum dengan mengolahnya dahulu seperti di masak. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492 Tahun 2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, maka harus memenuhi syarat-syarat air minum sebagai berikut.

#### 1. Syarat Fisik

- a. Air harus jernih dan tidak keruh.
- b. Air tidak boleh berwarna.
- c. Air tidak boleh berasa.
- d. Tidak berbau.
- e. Suhu air hendaknya dibawah suhu udara antara  $10^{\circ}$ - $25^{\circ}$ C (Sutrisno, 2004:21).

#### 2. Syarat Kimia

- a. Tidak mengandung bahan kimiawi yang mengandung racun.
- b. Tidak mengandung zat-zat kimiawi yang berlebihan.
- c. pH air antara 6,5-8,5 (Sutrisno, 2004:21).

#### 3. Syarat Bakteriologi

Air minum tidak boleh mengandung bakteri-bakteri penyakit (patogen) sama sekali dan tak boleh mengandung bakteri-bakteri golongan Coli melebihi batas-batas yang telah ditentukannya yaitu 1 *E-coli* tiap 1000 ml air (Sutrisno, 2004:23).

Parameter kualitas air bersih menurut Peraturan Menteri Kesehatan No. 492 Tahun 2010 ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Daftar Persyaratan Kualitas Air Minum

No	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan	Keterangan
1	2	3	4	5
A.	Fisika			
1.	Bau	-	-	Tidak berbau
2.	Jumlah zat padat terlarut (TDS)	mg/l	500	-
3.	Kekeruhan	Skala NTU	5	-
4.	Rasa	-	-	Tidak berasa
5.	Suhu	°C	Suhu udara $\pm 3^{\circ}\text{C}$	-
6.	Warna	Skala TCU	15	-
B.	Kimia			
1.	pH	-	6,5 – 8,5	merupakan batas minimum dan maksimum, khusus air hujan pH minimum 5,5

Sumber : Menteri Kesehatan Republik Indonesia (2010)

## 2.2 Pengolahan Air Bersih

Umumnya prinsip pengolahan air adalah sama terdiri dari beberapa proses yaitu.

### 2.2.1 Proses Koagulasi

Koagulasi adalah suatu proses dimana zat kimia seperti garam Fe dan Al ditambahkan ke dalam air untuk merubah bentuk (transformasi) zat-zat kotoran. Zat-zat tersebut akan bereaksi dengan hidrolisa garam-garam Fe atau Al menjadi flok dengan ukuran besar yang dapat dihilangkan secara mudah melalui sedimentasi dan filtrasi. Pada sistem pengolahan air, koagulasi terjadi pada unit pengadukan cepat (*flash mixing*), karena koagulan harus tersebar secara cepat dan reaksi hidrolisa hanya terjadi dalam beberapa detik. Jadi destabilisasi muatan negatif oleh muatan positif harus dilakukan dalam periode waktu dalam beberapa detik (PDAM, 2010:32). Koagulasi dilakukan dengan pembubuhan bahan koagulan ke dalam air baku. Koagulan adalah bahan kimia yang dibutuhkan pada

air untuk membantu proses pengendapan partikel-partikel kecil yang tidak dapat mengendapkan dengan sendirinya (secara gravimetris). Pembubuhan koagulan dilakukan secara teratur sesuai kebutuhan atau dosis yang tepat (Sutrisno, 2004:34).

Bahan koagulan yang digunakan di PDAM Jember adalah *Aluminium Sulfat* atau lebih dikenal dengan tawas, *Poly Aluminium Chloride* (PAC), dan abu soda yang digunakan untuk mengikat partikel-partikel halus dalam air (BPSDM, 2004:16).

### 2.2.2 Proses Flokulasi

Proses flokulasi disebut juga pengadukan lambat, pada proses ini berlangsung proses terbentuknya penggumpalan flok-flok yang lebih besar dan akibatnya dapat mudah mengendap. Dengan kata lain proses flokulasi adalah proses terjadinya pengikatan partikel-partikel yang menyebabkan kekeruhan pada air. Ikatan tersebut mempunyai massa yang kecil sehingga belum bisa diendapkan. Pada proses flokulasi, pola aliran diatur sedemikian rupa sehingga memberikan kesempatan pada ikatan-ikatan yang sudah besar (flok) dan mudah diendapkan (BPSDM, 2004:16).

### 2.2.3 Proses Sedimentasi

Proses sedimentasi adalah proses pengendapan flok yang telah terbentuk pada proses flokulasi akibat gaya gravitasi. Partikel yang mempunyai berat jenis lebih besar dari berat jenis air akan mengendap kebawah dan yang lebih kecil akan mengapung atau melayang. Waktu yang dibutuhkan untuk pengendapan bervariasi, umumnya dari 30 menit sampai 4 jam semakin lama proses pengendapan air yang dihasilkan semakin bagus. Lumpur halus yang diendapkan sekitar 90 sampai dengan 95% (BPSDM, 2004:17).

#### 2.2.4 Proses Filtrasi

Prinsip dasar filtrasi adalah proses penyaringan partikel secara fisik, kimia, dan biologi untuk memisahkan atau menyaring partikel yang tidak terendapkan dalam proses sedimentasi melalui media berpori. Flok-flok berukuran kecil atau halus yang tidak dapat diendapkan oleh proses sedimentasi antara 5 sampai dengan 10%. Pada umumnya, media penyaringan yang digunakan terdiri dari pasir kuarsa dan antrasit atau kombinasi pasir kuarsa dengan antrasit (BPSDM, 2004:17).

#### 2.2.5 Proses Desinfeksi

Proses desinfeksi adalah penambahan suatu senyawa khlor aktif pada air minum dengan tujuan untuk membunuh organisme bakteriologis khususnya organisme patogen yang dapat menyebabkan penyakit dan kematian pada manusia. Pembubuhan desinfektan tersebut terhadap air yang sudah mengalami penyaringan sebelum air tersebut ditampung, dialirkan dan disalurkan pada konsumen atau pelanggan (BPSDM, 2004:18).

### 2.3 PAC (*Poly Aluminium Chloride*)

Koagulan adalah bahan kimia yang dibutuhkan air untuk membantu proses pengendapan partikel-partikel kecil yang tidak dapat mengendap dengan sendirinya (Sutrisno, 2004:32). Salah satu koagulan yang banyak digunakan dalam proses pengolahan air adalah PAC. PAC adalah salah satu jenis koagulan yang berasal dari bahan kimia. PAC termasuk jenis koagulan polimer kationik. PAC adalah polimer kompleks berantai panjang  $Al_m(OH)_n(Cl)_{3m-n}$  (Sugiarto, 2007).

Menurut Malhotra (1994) rumus kimia PAC secara umum adalah  $Al_{12}Cl_{12}(OH)_{24}$ . PAC adalah polimer aluminium yang merupakan jenis koagulan baru sebagai hasil riset dan pengembangan teknologi pengolahan air. Sebagai unsur dasarnya adalah aluminium dan aluminium ini berhubungan dengan unsur lain membentuk unit yang berulang dalam suatu ikatan rantai molekul yang cukup panjang. Dengan demikian PAC menggabungkan netralisasi dan kemampuan



menjembatani partikel-partikel koloid sehingga koagulasi berlangsung lebih efisien. PAC memiliki rantai polimer yang panjang, muatan listrik positif yang tinggi dan memiliki berat molekul yang besar, PAC memiliki koefisien yang tinggi sehingga dapat memperkecil flok dalam air yang dijernihkan meski dalam dosis yang berlebihan. PAC lebih cepat membentuk flok daripada koagulan biasa, sebab PAC memiliki muatan listrik positif yang tinggi sehingga PAC dapat dengan mudah menetralkan muatan listrik pada permukaan koloid dan dapat mengatasi serta mengurangi gaya tolak menolak elektrostatis antar partikel sampai sekecil mungkin, sehingga memungkinkan partikel-partikel koloid tersebut saling mendekat (gaya tarik menarik kovalen) dan membentuk gumpalan atau massa yang lebih besar. Daya koagulasi PAC lebih baik dan flok yang dihasilkan relatif lebih besar (Setyaningsih, 2002).

Keunggulan PAC dibanding koagulan lain sebagai berikut :

- 1) PAC lebih efektif dalam menurunkan turbiditas karena endapan yang dihasilkan oleh PAC lebih banyak dan lebih padat, sedangkan endapan yang dihasilkan oleh tepung biji kelor dan tawas berbentuk agregat yang tidak terlalu padat (Ramadhani *et al.*, 2013). PAC lebih cepat membentuk flok diakibatkan gugus aktif alumina bekerja efektif mengikat koloid yang diperkuat rantai polimer dari gugus polielektrolit sehingga gumpalan floknya menjadi lebih padat (Ramadhani *et al.*, 2013).
- 2) PAC lebih efektif dalam menurunkan kadar warna karena muatan positif pada PAC yang diberikan kedalam air menyebabkan terjadinya proses netralisasi dan adsorpsi partikel warna dalam air melebihi jenis koagulan lain (Ramadhani *et al.*, 2013).
- 3) Penggunaan PAC menyebabkan pH air yang dihasilkan tidak terjadi pH ekstrim sehingga tidak perlu desinfektan lagi untuk pengolahan air tersebut (Ramadhani *et al.*, 2013).
- 4) PAC mengambil lebih banyak alkalinitas dibandingkan alum sehingga cenderung menurunkan pH air yang diolah lebih besar (Gebbie, 2005).



## 2.4 Parameter Uji Kualitas Air

Parameter-parameter uji kualitas air menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor : 492/MENKES/PER/IV/2010, tentang Persyaratan Kualitas Air Minum sebagai berikut.

### 2.4.1 Suhu

Suhu dinyatakan dengan satuan derajat Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ) atau derajat Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ). Suhu yang diinginkan untuk proses pengolahan air adalah 50-60  $^{\circ}\text{F}$  atau 10-15 $^{\circ}\text{C}$ . Suhu perairan dapat bervariasi tergantung ada tidaknya pencemaran yang masuk ke dalam perairan (Sutrisno, 2004:27). Suhu suatu badan air dipengaruhi oleh musim, lintang (*latitude*), ketinggian dari permukaan laut (*altitude*), waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan dan aliran serta kedalaman badan air. Perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia dan biologi badan air. Suhu juga sangat berperan mengendalikan kondisi ekosistem perairan (Effendi, 2003:57).

### 2.4.2 pH (Derajat Keasaman)

pH merupakan istilah untuk menyatakan keadaan asam atau basa pada suatu larutan. Air murni mempunyai pH 7, pH dibawah 7 bersifat asam sedang pH diatas 7 bersifat basa (Kusnaedi, 2002:32). Derajat keasamaan (pH) menggambarkan konsentrasi ion hidrogen yang terkandung dalam perairan. pH air akan sangat berpengaruh pada reaksi biokimia dalam air. Nilai pH air yang ideal bagi pertumbuhan mikroorganisme dalam air adalah pH 6-8 (Effendi, 2003:77).

### 2.4.3 TDS (*Total Dissolved Solid*)

TDS adalah padatan terlarut yang terdiri dari bahan organik dan bahan anorganik yang ukurannya lebih kecil dari pada padatan tersuspensi yaitu bahan-bahan terlarut (diameter  $10^{-6}$  mm) dan koloid (diameter  $10^{-6}$ - $10^{-3}$  mm) yang berupa senyawa-senyawa kimia dan bahan-bahan lain yang tidak tersaring pada kertas saring berdiameter 0,45  $\mu\text{m}$ . TDS biasanya disebabkan oleh bahan anorganik

yang berupa ion-ion yang biasa ditemukan di perairan yang berupa natrium klorida, kalsium bikarbonat, kalsium sulfat, dan magnesium bikarbonat. Nilai TDS perairan sangat dipengaruhi oleh pelapukan batuan, limpasan dari tanah dan pengaruh antropogenik (berupa limbah domestik dan industri) (Effendi, 2003:64-66).

#### 2.4.4 TSS (*Total Suspended Solid*)

TSS atau padatan tersuspensi total adalah padatan yang tidak terlarut di dalam air, berupa Partikel yang menyebabkan air keruh, gas terlarut, dan mikroorganisme penyebab bau dan rasa. TSS terdiri atas lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik, yang terutama disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air (Effendi, 2003:64). Jumlah padatan tersuspensi di dalam air dapat diukur menggunakan metode gravimetrik atau alat ukur turbidimeter. Seperti halnya padatan terendap, padatan tersuspensi akan mengurangi penetrasi sinar atau cahaya ke dalam air sehingga mempengaruhi regenerasi oksigen secara fotosintesis (Kusnaedi, 2002:40).

#### 2.4.5 Kekeruhan

Air dikatakan keruh, apabila air tersebut mengandung begitu banyak partikel bahan yang tersuspensi sehingga memberikan warna atau rupa yang berlumpur dan kotor. Bahan-bahan yang menyebabkan kekeruhan ini meliputi tanah liat, lumpur, bahan-bahan organik yang tersebar secara baik dan partikel-partikel yang tersuspensi lainnya (Sutrisno, 2004:30-31). Kekeruhan menggambarkan sifat optik air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat dalam air. Kekeruhan dapat disebabkan oleh bahan organik dan bahan anorganik baik tersuspensi maupun terlarut seperti lumpur, pasir halus, plankton dan mikroorganisme. Kekeruhan pada sungai lebih dipengaruhi oleh bahan-bahan tersuspensi yang berukuran lebih besar yang hanyut terbawa oleh aliran air (Effendi, 2003:60).

### BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Instalasi Pengolahan Air (IPA) Tegal Besar PDAM Kabupaten Jember dan Laboratorium Kualitas Air, Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2014 sampai Oktober 2015 (Lampiran G).

#### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang dibutuhkan pada penelitian ini sebagai berikut.

##### 3.2.1 Alat Penelitian

Alat yang akan dibutuhkan pada penelitian ini sebagai berikut.

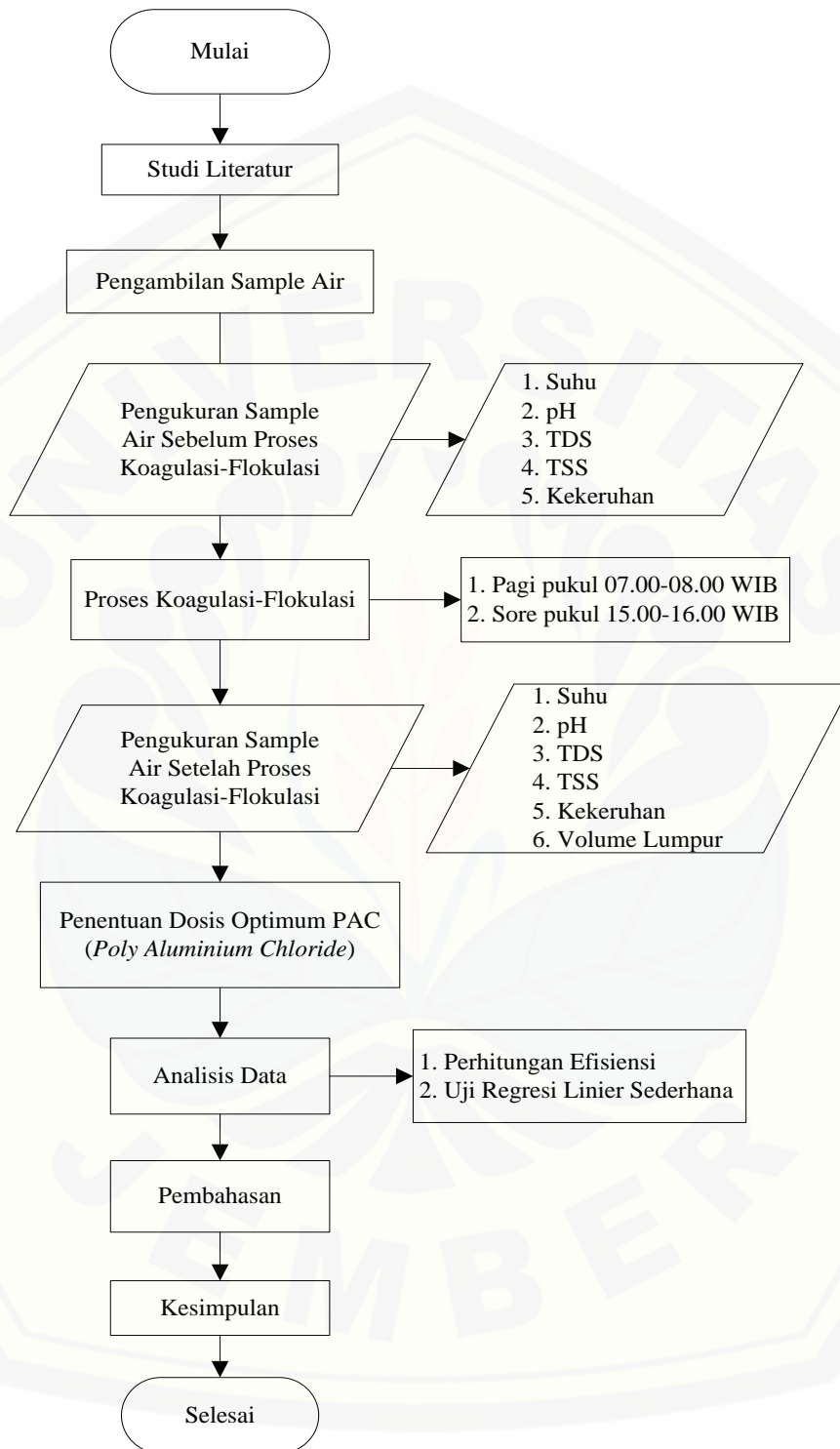
- |                                      |                                    |
|--------------------------------------|------------------------------------|
| a. Beaker Glass Pyrex 1000 ml        | h. Cawan Aluminium                 |
| b. Beaker Glass Pyrex 500 ml         | i. Stopwatch                       |
| c. Turbidimeter TN-100               | j. Neraca Analitik OHAUS           |
| d. pH meter Calibration Check HI 233 | k. TDS meter merk Hanna Waterproof |
| e. Flocculator Health H-FL-6 EC      | l. Pipet Tetes                     |
| f. Desikator                         | m. Termometer                      |
| g. Oven merk Memmert                 | n. Kertas saring 0,45 $\mu$        |

##### 3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut.

- PAC (*Poly Aluminium Chloride*)
- Akuades
- Air sungai

### 3.3 Tahapan Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Tahapan Penelitian

### 3.3.1 Studi Literatur

Studi literatur adalah mencari referensi teori yang relevan sesuai dengan kasus atau permasalahan penelitian yang akan dilakukan. Referensi ini dapat dicari dari buku, jurnal, artikel, laporan penelitian dan situs-situs di internet.

### 3.3.2 Pengambilan Sampel Air

Sampel air tidak diambil langsung dari sungai namun pengambilan sampel air dilakukan pada kran yang tersedia di IPA Tegal Besar PDAM Kabupaten Jember. Air yang akan diambil sebagai sampel berasal dari pertemuan Sungai Bedadung dan Kalijompo. Air sungai tersebut mengalir melalui *intake* sehingga terpisah dari sampah. Selanjutnya air disalurkan pada 2 pipa. Pipa pertama akan mengalirkan air menuju tangki pengolahan sedangkan pipa kedua mengalirkan air menuju kran yang digunakan untuk mengukur sampel air baku. Sebelum dilakukan pengambilan sampel kran air dibuka selama 5 menit untuk membuang endapan yang terdapat dalam pipa selama kran tertutup sehingga diperoleh sampel air yang kondisinya sama dengan air sungai. Setelah 5 menit air yang mengalir dari kran ditampung sebagai sampel yang akan diuji.

Sampel air diambil pada pagi dan sore hari. Pengambilan sampel air di pagi hari pada jam 07.00 dan sore hari jam 15.00 WIB. Selama 30 hari sampel air diambil dengan perlakuan dosis yang berbeda. Sampel air yang diambil sebanyak  $\pm 20$  liter. Selanjutnya pengujian di Laboratorium Kualitas Air, Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

### 3.3.3 Proses Koagulasi-Flokulasi

Proses koagulasi-flokulasi dapat dilakukan dengan metode jar test melalui tiga tahap, tahap pertama pelarutan reagen merupakan proses melalui pengadukan cepat selama 40 detik dengan kecepatan 400 rpm. Tahap kedua pembentukan flok-flok melalui pengadukan lambat selama 7 menit dengan kecepatan 200 rpm. Tahap ketiga proses sedimentasi atau pengendapan selama 20 menit. Setelah proses koagulasi-flokulasi dilakukan beberapa pengukuran parameter kualitas air antara lain.



a. Pengukuran pH

pH diukur menggunakan pH meter. pH untuk koagulan PAC adalah 6-9. Pengukuran pH dilakukan sebelum dan setelah proses koagulasi-flokulasi (Ramadhani *et al.*, 2013).

b. Pengukuran Suhu

Suhu diukur menggunakan termometer. Pengukuran dilakukan pagi dan sore hari untuk mengetahui perbedaan suhunya. Suhu yang diukur merupakan suhu lingkungan dan suhu sampel sebelum dan setelah proses koagulasi-flokulasi.

c. Pengukuran Kekeruhan

Kekeruhan di dalam air disebabkan oleh adanya zat tersuspensi, seperti lempung, lumpur, zat organik, plankton dan zat-zat lainnya. Kekeruhan merupakan sifat optis dari suatu larutan, adalah hamburan dan adsorpsi cahaya yang melaluinya (Alaerts dan Santika, 1984:96). Kekeruhan diukur menggunakan turbidimeter.

d. Pengukuran TDS (*Total Dissolved Solid*)

TDS diukur menggunakan TDS meter. Pengukuran TDS dilakukan sebelum dan setelah proses koagulasi-flokulasi. TDS merupakan nilai total padatan terlarut menunjukkan banyaknya bahan-bahan terlarut dalam air.

e. Pengukuran TSS (*Total Suspended Solid*)

Pengukuran TSS dilakukan dengan metode gravimetri untuk mengetahui total padatan tersuspensi dalam 100 ml air baku sungai. Untuk memperoleh estimasi TSS, dihitung perbedaan antara padatan terlarut total dan padatan total.

$$\text{TSS (mg/l)} = \frac{(a-b) \times 100}{c} \dots\dots\dots (3.1)$$

Keterangan :

a = berat kertas saring + residu kering (mg)

b = berat kertas saring (mg)

c = volume sample (ml) (Alaerts dan Santika, 1984:143)

f. Pengukuran Volume Lumpur

Pengukuran dilakukan setelah proses koagulasi-flokulasi. Volume lumpur diukur untuk mengetahui berapa banyak lumpur yang terendap selama periode tertentu dan keefektifan koagulan yang digunakan.

### 3.3.4 Penentuan Dosis Optimum PAC (*Poly Aluminium Chloride*)

Penentuan dosis optimum dengan menambahkan PAC dalam penelitian ini menggunakan tiga metode. Pertama, berdasarkan pada acuan penggunaan PAC di IPA Tegal Besar PDAM Jember pada musim hujan. Penggunaan PAC selama musim hujan sebesar 40 sampai 50 mg/l. Namun IPA Tegal Besar PDAM Jember tidak mencatat nilai kekeruhan. Oleh karena itu penelitian ini menggunakan metode yang kedua yaitu *trial and error* dengan menaikkan dan menurunkan range dari acuan PDAM Jember yaitu dosis 10 sampai 90 mg/l. Selanjutnya menggunakan metode yang ketiga yaitu jar test dengan perbedaan jumlah koagulan yang digunakan.

## 3.4 Analisis Data

### 3.4.1 Penurunan Efisiensi Parameter Kualitas Air

Penurunan nilai efisiensi bertujuan untuk mengetahui parameter yang paling berpengaruh pada nilai kualitas air. Parameter yang diukur penurunan efisiensinya antara lain pH, TSS dan kekeruhan dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Eff (\%)} = \frac{\text{Nilai awal} - \text{Nilai akhir}}{\text{Nilai awal}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3.2)$$

Keterangan :

Eff = Efisiensi (%)

Nilai awal = Nilai parameter sebelum proses koagulasi-flokulasi

Nilai akhir = Nilai parameter setelah proses koagulasi-flokulasi

### 3.4.2 Regresi Linier Sederhana

Dosis optimum PAC ditentukan dengan membuat persamaan regresi linier sederhana dari rata-rata nilai kekeruhan awal (x) dengan rata-rata dosis PAC (y) yang digunakan. Regresi linier sederhana menunjukkan hubungan antara variabel bebas (x) dan variabel terikat (y). Data tersebut diolah dengan program Microsoft excel 2007. Persamaan regresi linier sederhana sebagai berikut :

$$y = a + bx \quad \dots\dots\dots (3.3)$$

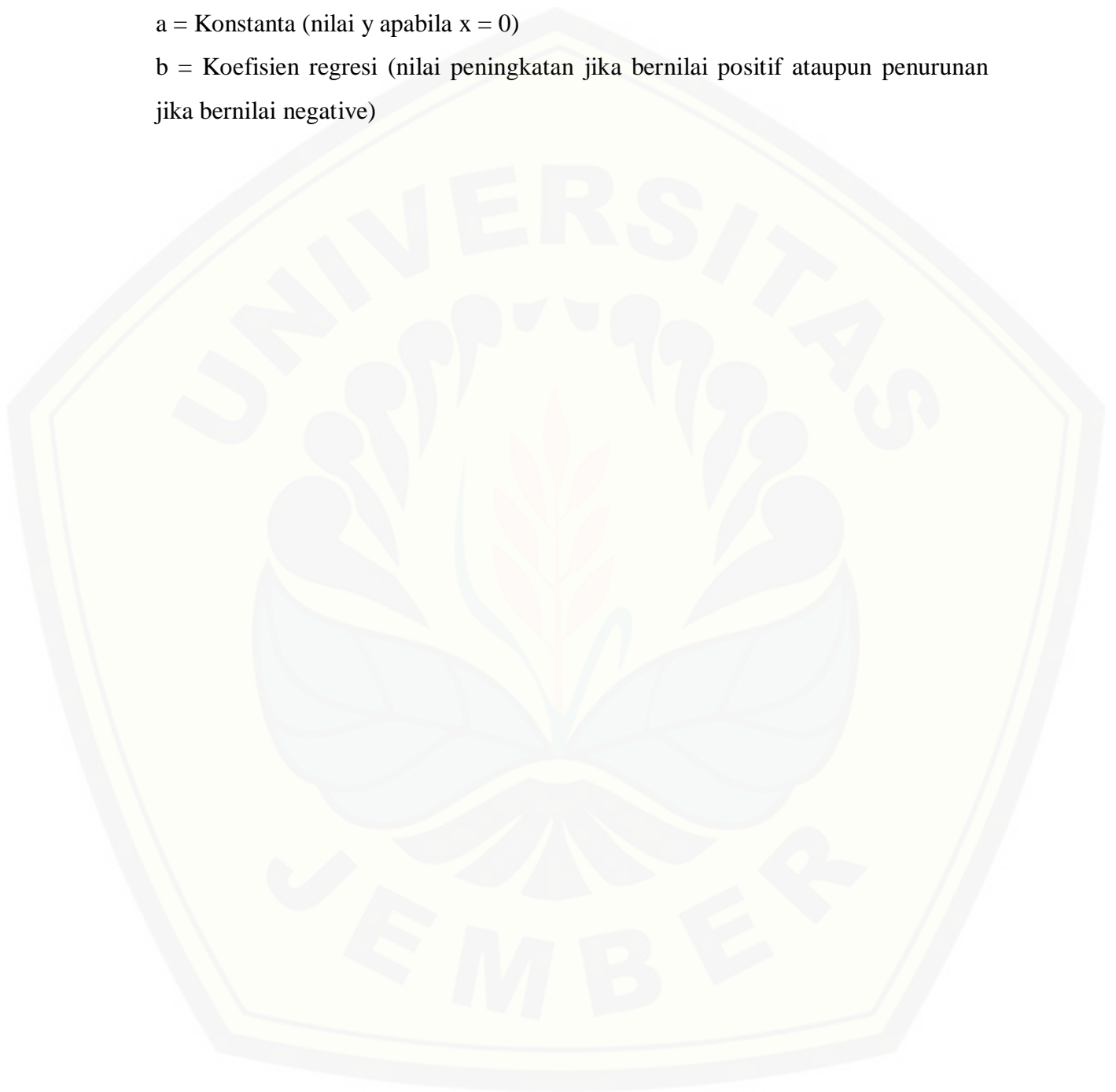
Keterangan:

$y$  = Variabel dependen (nilai yang diprediksikan)

$x$  = Variabel independen

$a$  = Konstanta (nilai  $y$  apabila  $x = 0$ )

$b$  = Koefisien regresi (nilai peningkatan jika bernilai positif ataupun penurunan jika bernilai negative)



## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Deskripsi Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian kualitas air dilakukan di Instalasi Pengolahan Air (IPA) Tegal Besar Perum Villa Tegal Besar, PDAM Jember, Kecamatan Kaliwates, Kabupaten Jember. IPA Tegal Besar memiliki 2 unit pengolahan air (*Water Treatment*) yang masing-masing memiliki kapasitas 30 liter/detik. Pengolahan air bersih dimulai dari *intake* (bak penampungan air baku), kemudian koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi dan reservoir. Berikut merupakan peta lokasi penelitian kualitas air disajikan dalam Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Peta Lokasi Penelitian Kualitas Air PDAM Jember  
(Sumber: Data Diolah, 2015)

IPA Tegal Besar terletak di tengah kota dengan sumber baku air berasal dari Sungai Bedadung dan Kalijompo sehingga sumber air baku terkontaminasi limbah-limbah rumah tangga, limbah pertanian dan rumah sakit yang mencemari

sungai tersebut. Menurut Balai Pengelolaan Sumberdaya Air Wilayah Sungai (BPSAWS) Bondoyudo-Mayang dalam Setyaningtyas (2011), hasil pemantauan kualitas air sungai Bedadung menunjukkan bahwa di stasiun KBe1 rata-rata konsentrasi BOD = 4,43 mg/l, dan DO = 6,89 mg/l. Sedangkan di stasiun KBe2 rata-rata konsentrasi BOD = 5,79 mg/l, dan DO = 6,64 mg/l. Berdasarkan data tersebut menunjukkan sungai Bedadung termasuk golongan kelas III. Saat ini sungai Bedadung digunakan sebagai air baku air minum, dimana *intake* PDAM terletak sekitar 3 km setelah stasiun KBe1. Merujuk pada Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air bahwa golongan kelas III, yaitu air yang peruntukannya digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

IPA Tegal Besar dipilih sebagai lokasi penelitian karena memiliki sumber air baku dengan nilai kekeruhan selama musim hujan 30 hingga 500 NTU sehingga perlu adanya kajian tentang penentuan dosis optimum koagulan yang digunakan dan memakai koagulan PAC. Kondisi Sungai Bedadung dan Kalijompo berubah-ubah tiap waktunya akibat perubahan musim, hal ini mempengaruhi kualitas air sungai.

Oleh karena itu perlu adanya proses pengolahan air. Salah satu upaya pengolahan air tersebut adalah proses koagulasi-flokulasi.

Koagulasi-flokulasi adalah proses berkumpulnya partikel-partikel halus yang tidak dapat diendapkan secara gravitasi, sehingga membentuk gumpalan partikel yang lebih besar atau flok yang dapat diendapkan dengan bantuan koagulan. Menurut Ebeling dan Ogden (2004), koagulasi merupakan proses menurunkan atau menetralkan muatan listrik pada partikel-partikel tersuspensi atau *zeta-potential-nya* dan flokulasi adalah proses berkumpulnya partikel-partikel flok mikro membentuk aglomerasi besar melalui pengadukan fisis atau melalui aksi pengikatan oleh flokulan.

Pada proses koagulasi-flokulasi dibantu oleh koagulan. Koagulan adalah senyawa dari bahan anorganik atau organik dalam berbentuk cairan atau serbuk



yang memiliki kemampuan mendestabilisasi koloid dengan cara menetralkan muatan listrik pada permukaan koloid sehingga koloid dapat bergabung satu sama lain membentuk flok dengan ukuran yang lebih besar sehingga mudah mengendap. Pada penelitian ini menggunakan koagulan PAC (*Poly Aluminium Chloride*). PAC adalah polimer kompleks berantai panjang  $Al_nCl_{(3n-m)}(OH)_m$ . Menurut Malhotra (1994), PAC yang paling umum dalam pengolahan air adalah  $Al_{12}Cl_{12}(OH)_{24}$ . IPA Tegal Besar menggunakan proses koagulasi-flokulasi dengan bantuan koagulan PAC untuk menjernihkan air.

#### 4.2 Analisis Parameter Kualitas Air

Parameter kualitas air diukur pada dua waktu, yaitu pagi dan sore hari. Parameter yang diukur antara lain suhu, pH, TDS, TSS dan kekeruhan. Berikut ini nilai rata-rata parameter analisis kualitas air di IPA Tegal Besar sebelum dan setelah proses koagulasi-flokulasi disajikan dalam bentuk Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Analisis Kualitas Air Sebelum dan Setelah Proses Koagulasi-Flokulasi

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu Air *	Waktu Pengambilan Sampel Air**			
				Pagi (07.00-08.00 WIB)		Sore (15.00-16.00 WIB)	
				Sebelum Proses Koagulasi-Flokulasi	Setelah Proses Koagulasi-Flokulasi	Sebelum Proses Koagulasi-Flokulasi	Setelah Proses Koagulasi-Flokulasi
			Suhu udara $\pm$				
1.	Suhu	$^{\circ}C$	$3^{\circ}C$	27,05	27,25	27,89	27,97
2.	pH	-	6,5-8,5	7,19	7	7,2	7
3.	TDS	mg/l	500	11,2	116,07	113,9	118,9
4.	TSS	mg/l	50	150,83	9,7	123,93	10
5.	Kekeruhan	NTU	5	197,11	5,75	149,1	5,25

Sumber: \*Menteri Kesehatan Republik Indonesia (2010)

\*\*Data Primer Diolah (2015)

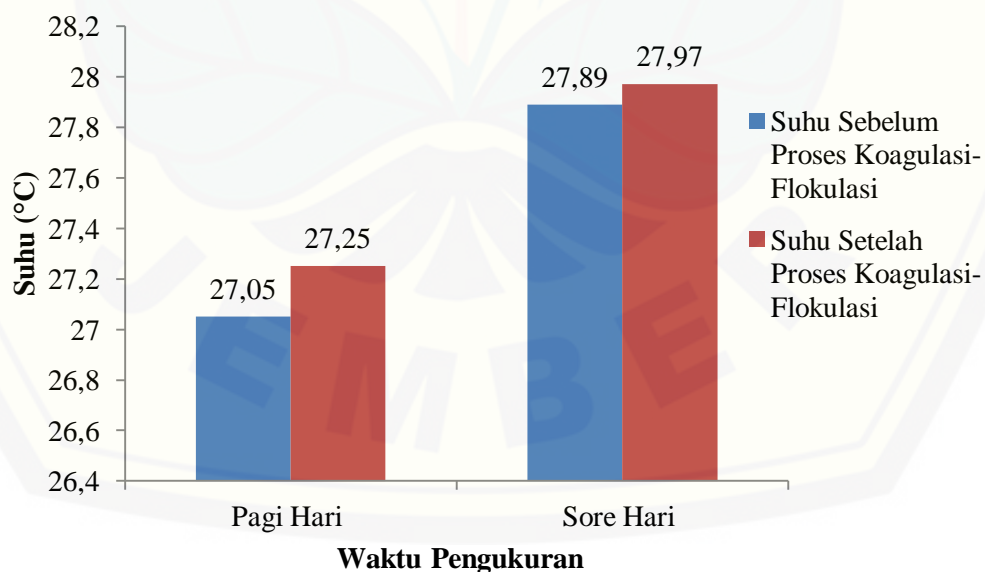
Tabel 4.1 nilai parameter suhu, pH, TDS dan TSS sebelum proses koagulasi-flokulasi sudah sesuai dengan persyaratan kualitas air minum sedangkan nilai kekeruhan yang tidak sesuai disebabkan air baku yang diolah berasal dari pertemuan antara sungai Bedadung dan Kalijompo yang memiliki beban pencemar berbeda-beda. Oleh karena itu perlu adanya upaya pengolahan air

untuk memenuhi standar persyaratan kualitas air minum. Pengolahan air yang digunakan adalah proses koagulasi-flokulasi dengan metode jar test dan penambahan koagulan PAC.

Pengukuran parameter-parameter setelah proses koagulasi-flokulasi yang di analisis telah memenuhi persyaratan kualitas air minum. Parameter yang diukur adalah suhu, pH, TDS, TSS dan kekeruhan. Nilai tiap parameter sebelum dan setelah proses koagulasi-flokulasi dijelaskan sebagai berikut.

#### 4.2.1 Suhu

Pengukuran parameter suhu yang dilakukan sebelum dan setelah proses koagulasi-flokulasi pada dua kali pengukuran yaitu pagi dan sore hari. Pengukuran suhu air sungai di pagi hari pada jam 07.00-08.00 WIB dan sore hari pada jam 15.00- 16.00 WIB. Pengukuran ini berfungsi untuk mengetahui perbedaan suhu di pagi dan sore hari, karena pada pagi hari suhu air mulai meningkat sedang pada sore hari suhu air mulai menurun akibat sinar matahari. Menurut Efendi (2003), suhu sungai banyak dipengaruhi oleh musim, kedalaman badan air, komposisi substrat, kekeruhan dan cahaya yang masuk ke perairan. Berikut ini nilai pengukuran suhu disajikan pada Gambar 4.2.

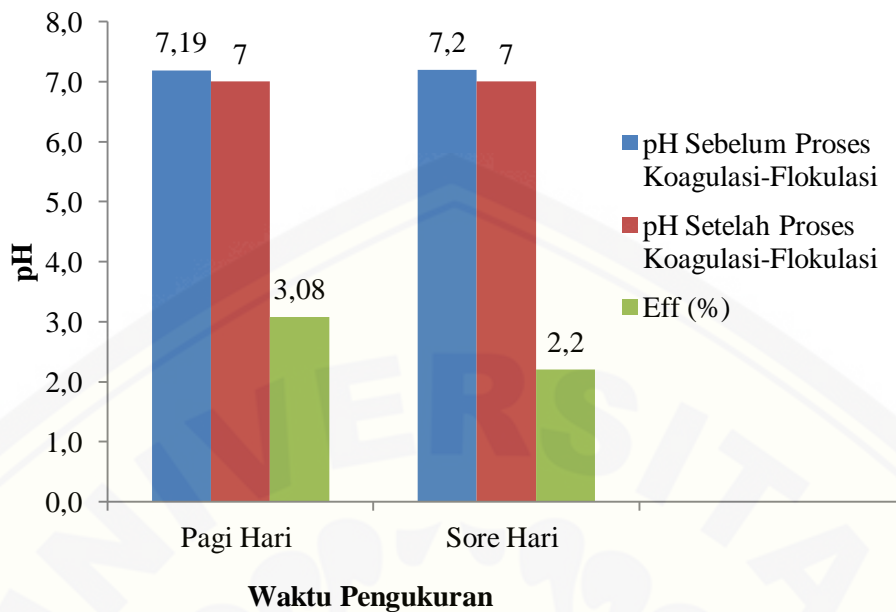


Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Suhu Sebelum (Awal) dan Setelah (Akhir) Proses Koagulasi-Flokulasi pada Pagi dan Sore Hari

Menteri Kesehatan Republik Indonesia (2010), suhu air minum tidak melebihi suhu udara  $\pm 3^{\circ}\text{C}$ . Gambar 4.2 menunjukkan perbandingan rata-rata nilai suhu awal air sungai pagi dan sore hari memiliki nilai  $27,05^{\circ}\text{C}$  dan  $27,89^{\circ}\text{C}$ , pada sore hari suhu meningkat karena suhu pada sore hari masih tinggi akibat cahaya yang masuk dalam perairan tinggi. Nilai rata-rata suhu akhir naik menjadi  $27,25^{\circ}\text{C}$  dan  $27,97^{\circ}\text{C}$ , kenaikan suhu ini dipengaruhi oleh penambahan PAC saat proses koagulasi-flokulasi terjadi reaksi hidrolisis yang menyebabkan kenaikan suhu. Hal ini sesuai dengan pernyataan Malhotra (1994), PAC mengalami hidrolisis mengeluarkan polihidroksida yang memiliki rantai molekul panjang dan muatan listrik besar dari larutan sehingga membantu memaksimalkan gaya fisis dalam proses flokulasi. Kenaikan suhu setelah proses koagulasi-flokulasi tidak melebihi suhu udara  $\pm 3^{\circ}\text{C}$ , nilai suhu  $27\text{-}28^{\circ}\text{C}$  sudah sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan.

#### 4.2.2 pH (Derajat Keasamaan)

Derajat keasamaan atau yang sering disebut pH memiliki standar baku mutu air minum berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492/MENKES/ PER/VI/2010 adalah  $6,5\text{-}8,5$ . Pengukuran pH juga dilakukan pada pagi dan sore sebelum dan setelah proses koagulasi-flokulasi dan nilai pengukuran pH air disajikan dalam bentuk grafik seperti Gambar 4.3.



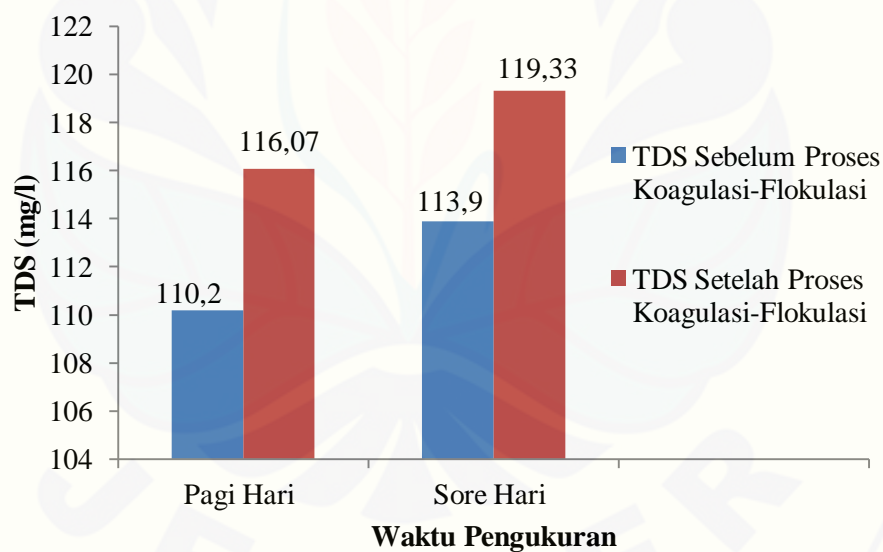
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan pH Sebelum (awal) dan Setelah (akhir) Proses Koagulasi-Flokulasi pada Pagi dan Sore Hari

Pengukuran pH awal juga harus sesuai dengan pH optimum untuk PAC yaitu 6-9. PAC dapat bereaksi dengan air apabila kondisi pH air sungai tersebut memiliki pH pada rentang tersebut. Nilai rata-rata pH awal pada pagi hari dan sore hari menunjukkan nilai hampir sama yaitu 7,19 dan 7,2, nilai ini sudah sesuai dengan baku mutu air minum dan pH optimum untuk PAC. Jika pH air terlalu asam atau basa yang tidak sesuai dengan pH optimum dapat ditambahkan abu soda ( $\text{NaCO}_3$ ) atau larutan kapur  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  sebelum proses koagulasi-flokulasi.

Nilai rata-rata pH akhir turun menjadi pH netral yaitu 7 pada pengukuran pagi dan sore hari, hal ini terjadi karena penambahan PAC pada proses koagulasi-flokulasi mempengaruhi penurunan pH air. Menurut Gebbie (2005), PAC mengambil lebih banyak alkalinitas dibandingkan alum sehingga cenderung menurunkan pH air yang diolah lebih besar. Air yang memiliki nilai pH 7 menunjukkan pH netral. Efisiensi nilai pH pada pagi hari 3,08 % dan pada sore hari 2,2 %.

#### 4.2.3 TDS (*Total Dissolved Solid*)

TDS atau total padatan terlarut menunjukkan jumlah zat padat yang terlarut dalam air. Menurut Menteri Kesehatan Republik Indonesia (2010), kadar maksimum TDS adalah 500 mg/l. Berdasarkan Gambar 4.4 rata-rata nilai TDS yang dilakukan pada pagi dan sore hari sebelum proses koagulasi-flokulasi adalah 110,2 mg/l dan 113,9 mg/l. TDS awal ini sudah sesuai dengan persyaratan kualitas air minum. Menurut Khalifa (2013), perbedaan nilai TDS tersebut dikarenakan jumlah padatan terlarut dalam air berbeda, sehingga konsentrasi ion kation dan anion berbeda. Berdasarkan penelitian Khalifa (2013), pada musim kemarau rata-rata nilai TDS sebelum proses koagulasi-flokulasi pada pagi hari sebesar 82 mg/l dan sore hari sebesar 81,1 mg/l berbeda-beda. Setelah proses koagulasi-flokulasi nilai naik sebesar 85,8 mg/l dan sore hari sebesar 86,4 mg/l. Rata-rata nilai TDS pada musim hujan disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Grafik Perbandingan TDS Sebelum (awal) dan Setelah (akhir) Proses Koagulasi-Flokulasi pada Pagi dan Sore Hari

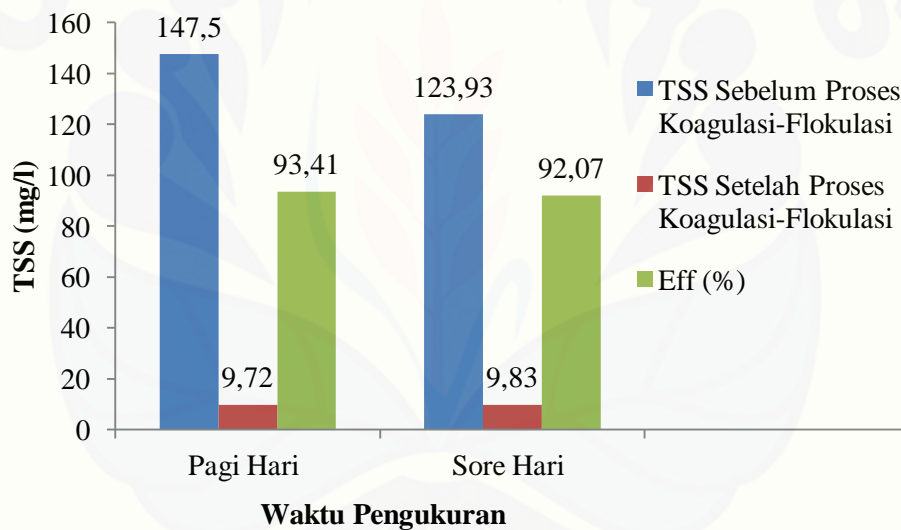
Nilai TDS setelah proses koagulasi-flokulasi atau TDS akhir semakin tinggi yaitu pagi hari 116,07 mg/l dan sore hari 119,33 mg/l, namun nilai ini masih berada pada kadar maksimum persyaratan kualitas air minum. Nilai TDS akhir tinggi karena adanya penambahan PAC. Peningkatan nilai TDS ini karena senyawa Al bereaksi dengan air. Tinggi rendahnya kandungan TDS dalam air



berhubungan dengan perbedaan musim dan tingkat kekeruhan dalam air, semakin tinggi tingkat kekeruhan dalam air maka semakin tinggi TDS dalam air. Menurut Aziz *et al.*,(2013) jumlah padatan terlarut di dalam air berupa natrium klorida, kalsium bikarbonat, kalsium sulfat, dan magnesium bikarbonat.

#### 4.2.4 TSS (*Total Suspended Solid*)

TSS atau total padatan tersuspensi menunjukkan jumlah padatan yang tersuspensi atau tidak larut (melayang-layang) dalam air. Kandungan TSS dalam air berupa partikel-partikel. Hal ini sesuai dengan pernyataan Aziz *et al.*,(2013) total padatan yang tidak terlarut di dalam air berupa partikel yang menyebabkan air keruh, gas terlarut, dan mikroorganismenya. Pengukuran TSS menggunakan metode gravimetri. Berikut ini rata-rata nilai TSS disajikan pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Grafik Perbandingan TSS Sebelum (awal) dan Setelah (akhir) Proses Koagulasi-Flokulasi pada Pagi dan Sore Hari

Nilai rata-rata TSS awal pada pagi dan sore hari sebagai berikut 147,5 mg/l dan 123,93 mg/l. Menurut Menteri Kesehatan Republik Indonesia (2010), kadar maksimum TSS adalah 50 mg/l. Nilai TSS awal pagi dan sore hari melebihi kadar maksimum. Hal ini disebabkan karena pengambilan sampel air dilakukan pada musim hujan sehingga air sungai memiliki kekeruhan yang tinggi dan banyak zat-zat yang tersuspensi. Untuk menurunkan nilai TSS yang melebihi

ambang batas perlu dilakukan proses koagulasi-flokulasi dengan bantuan PAC sebagai koagulan.

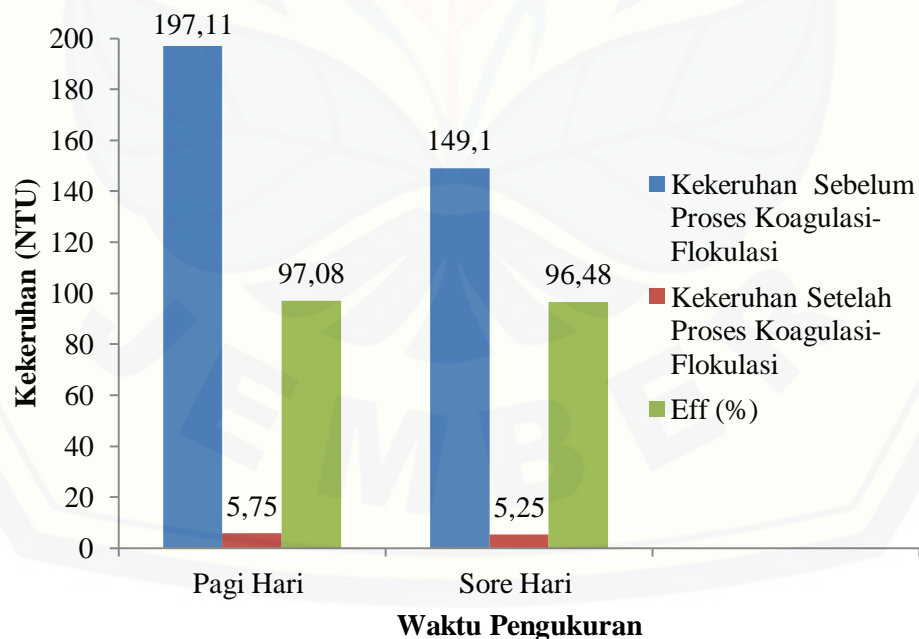
Setelah proses koagulasi-flokulasi nilai rata-rata TSS turun menjadi 9,72 mg/l pagi hari dan 9,83 mg/l sore hari. Penurunan ini terjadi karena penambahan PAC pada proses koagulasi yang berfungsi menetralkan atau mengurangi muatan negatif pada partikel sehingga mengijinkan gaya tarik van der Waals untuk mendorong terjadinya agregasi koloid dan zat-zat tersuspensi halus untuk membentuk mikroflok. Jika proses penetralan atau penyerapan muatan negatif oleh partikel koloid sudah optimal maka sedikit sekali partikel muatan negatif yang masih melayang-layang di dalam air (Ebeling dan Ogden, 2004). Zat-zat yang melayang-layang dalam air disaring menggunakan kertas saring yang berdiameter pori 0,45  $\mu\text{m}$ . Menurut Effendi (2003), TSS terdiri atas lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik yang terutama disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa badan air. Nilai efisiensi TSS pada pagi hari 93,41% dan sore hari 92,07% ini menunjukkan PAC efektif menurunkan total padatan tersuspensi di dalam air.

#### 4.2.5 Kekeruhan

Rata-rata nilai kekeruhan awal pagi 197,11 NTU dan sore hari 149,10 NTU. Nilai ini belum memenuhi batas maksimum nilai kekeruhan. Penyebab tinggi rendahnya kekeruhan disebabkan oleh adanya bahan organik dan anorganik yang tersuspensi dan terlarut (misalnya lumpur dan pasir halus), maupun berupa plankton dan mikroorganisme (Effendi, 2003:60). Penelitian ini dilaksanakan pada musim hujan, sehingga memiliki nilai kekeruhan awal tinggi yang disebabkan banyaknya lumpur atau bahan-bahan organik dan anorganik yang terdapat pada sungai. Menurut Dina *et al.*, (2014), nilai kekeruhan awal tinggi akibat pengaruh erosi tanah pada pinggiran sungai yang terbawa ke aliran air deras dan juga karena pengaruh dari hujan sehingga menyebabkan tanah-tanah disekitar sungai menjadi terkikis dan terbawa ke badan air. Tingginya tingkat kekeruhan juga disebabkan karena adanya pengaruh pergerakan aliran air yang

kuat pada saat hujan sehingga menyebabkan partikel-partikel yang terdapat pada sungai terbawa dan mengendap.

Tinggi rendahnya tingkat kekeruhan dalam suatu perairan dapat mempengaruhi proses fotosintesis dalam air hal ini berhubungan dengan tinggi rendahnya tingkat cahaya matahari yang masuk kedalam air hal ini sesuai dengan pernyataan dari Asdak (2004) yang menyatakan bahwa semakin kecil atau rendah tingkat kekeruhan dalam maka semakin dalam cahaya matahari yang dapat masuk ke dalam badan air menyebabkan semakin besar kesempatan bagi vegetasi untuk melakukan proses fotosintesis sehingga menyebabkan persediaan oksigen dalam air semakin besar. Kekeruhan tinggi juga disebabkan nilai padatan tersuspensi yang tinggi, hal ini sesuai dengan pernyataan Effendi (2003:63) yang menyatakan kekeruhan pada sungai yang sedang banjir lebih banyak disebabkan oleh bahan-bahan tersuspensi yang berukuran besar, yang berupa lapisan permukaan tanah yang terbawa oleh aliran air saat hujan. Karena nilai kekeruhan awal belum memenuhi batas maksimum Menteri Kesehatan, maka perlu ada pengolahan air dengan metode jar test (koagulasi-flokulasi) dan bantuan PAC sebagai koagulan. Rata-rata nilai kekeruhan disajikan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Kekeruhan Sebelum (Awal) dan Setelah (Akhir) Proses Koagulasi-Flokulasi pada Pagi dan Sore Hari

Rata-rata nilai kekeruhan akhir turun sebesar 97,08% pagi hari dan 96,48% sore hari, penurunan ini sesuai dengan pernyataan Notodarmodjo *et al.*, (2004) yang mengemukakan bahwa PAC dapat menurunkan kekeruhan pada air baku hingga mencapai nilai 96%. Hasil pengukuran rata-rata nilai kekeruhan akhir pada pagi hari 5,75 NTU dan sore hari 5,25 NTU. Nilai kekeruhan akhir ini sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia (2010), batas maksimum nilai kekeruhan akhir adalah 5 NTU. Penurunan kekeruhan akibat penambahan PAC pada proses koagulasi-flokulasi. PAC dipilih sebagai koagulan karena lebih efektif dalam menurunkan kekeruhan dan reaksi hidrolisis. Pada reaksi hidrolisis saat PAC dibubuhkan pada proses koagulasi-flokulasi untuk membentuk senyawa aluminium. Spesies Al terlarut yang terbentuk berupa monomer dan karena beberapa di antaranya bermuatan positif dapat menetralkan permukaan partikel koloid yang bermuatan negatif sehingga memungkinkan terjadinya proses koagulasi. Ada 4 spesies Al yang terbentuk dalam reaksi hidrolisis aluminium yaitu  $Al^{3+}$ ,  $Al(OH)^{2+}$ ,  $Al(OH)_2^+$ , dan  $Al(OH)_4^-$ . Sementara pada PAC, selain monomer, kation polimer juga terbentuk dimana didominasi oleh  $Al_{13}O_4(OH)_{24}^{7+}$  (Geng, 2005). PAC mengalami hidrolisis lebih mudah dibandingkan alum, mengeluarkan polihidroksida yang memiliki rantai molekul panjang dan muatan listrik besar dari larutan sehingga membantu memaksimalkan gaya fisis dalam proses flokulasi. Pada air yang memiliki kekeruhan sedang sampai tinggi, PAC memberikan hasil koagulasi yang lebih baik dibandingkan alum (Malhotra, 1994).

#### 4.3 Penentuan Dosis Optimum PAC (*Poly Aluminium Chloride*)

Penentuan dosis optimum dengan membubuhkan PAC dalam penelitian ini menggunakan tiga metode. Pertama berdasarkan pada acuan penggunaan PAC di IPA Tegal Besar PDAM Jember pada musim hujan. Penggunaan PAC selama musim hujan sebesar 40 sampai 50 mg/l. Namun IPA Tegal Besar PDAM Jember tidak mencatat nilai kekeruhan. Oleh karena itu penelitian ini menggunakan metode yang kedua yaitu *trial and error* dengan menaikkan dan menurunkan range dari acuan PDAM Jember yaitu dosis 10 sampai 90 mg/l. Selanjutnya

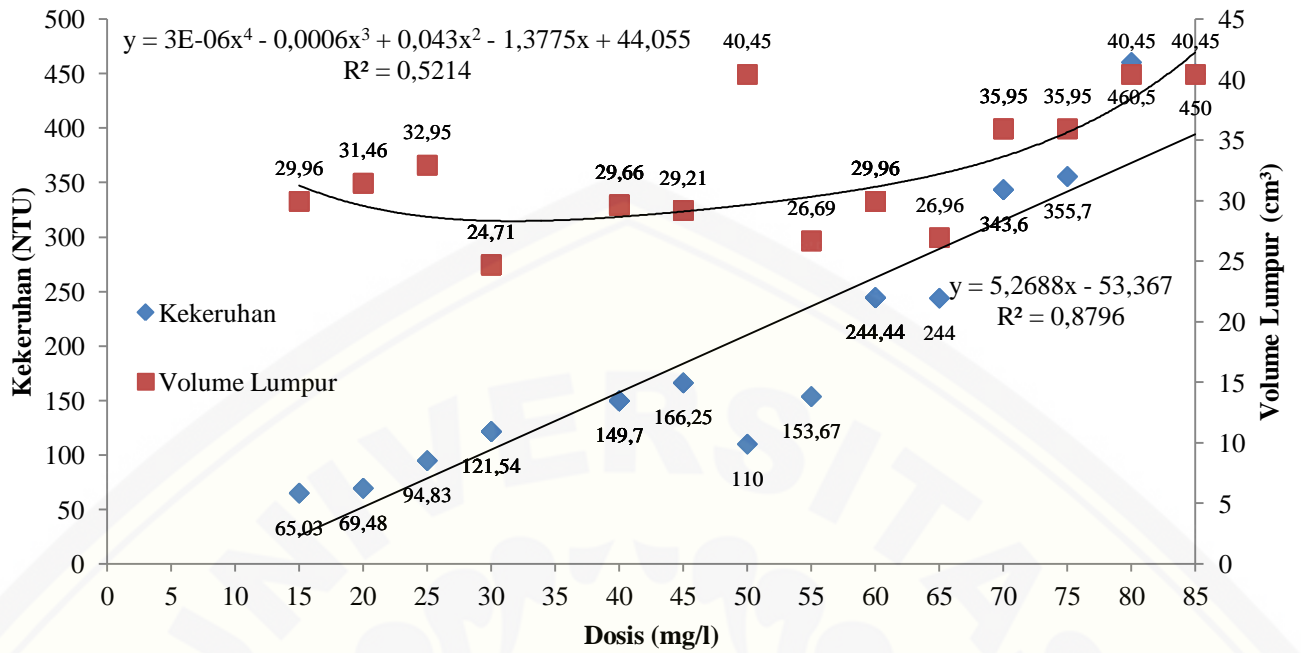


menggunakan metode yang ketiga yaitu jar test dengan perbedaan jumlah koagulan yang digunakan. Metode jar test mempunyai tahap penting, tahap pertama pelarutan reagen dengan pengadukan cepat (koagulasi) selama 40 detik dengan kecepatan 400 rpm. Tahap kedua pengadukan lambat untuk pembentukan flok-flok (flokulasi) selama 7 menit dengan kecepatan 200 rpm. Tahap ketiga proses sedimentasi atau pengendapan selama 20 menit.

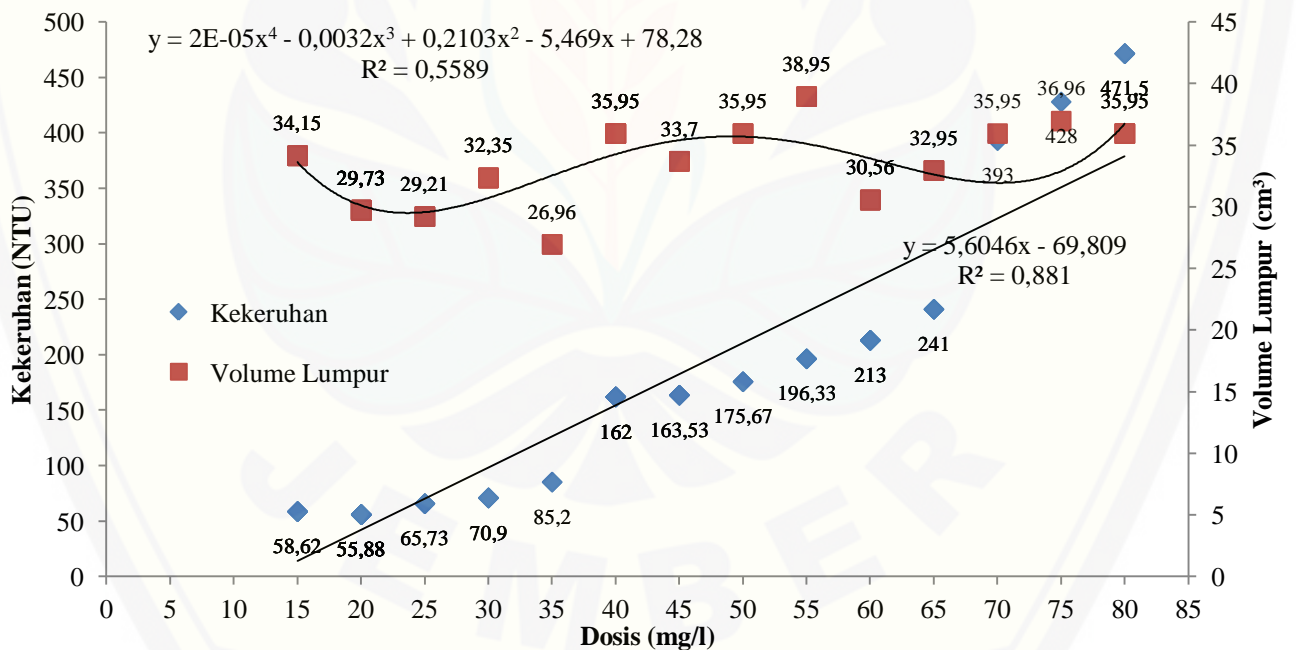
Pada proses koagulasi atau pengadukan cepat ditambahkan PAC yang bermuatan negatif (anion) sedangkan air bermuatan positif (kation). Muatan kation dalam proses koagulasi-flokulasi adalah air sedangkan muatan anion adalah koagulan. Fungsi dari koagulasi adalah pencampuran muatan positif dan negatif untuk mendestabilisasi partikel-partikel koloid sehingga terjadi gaya tarik menarik (Van Der Waals). Proses gaya tarik menarik antar muatan anion dan kation akan akan menghasilkan *microfloc*. Apabila masuk pada proses flokulasi atau pengadukan lambat akan terjadi penggabungan flok-flok kecil menjadi flok yang lebih besar atau makroflok sehingga mudah untuk mengendap pada proses sedimentasi dan terbentuk endapan lumpur. Apabila muatan anion dan kation tidak saling berikatan, maka akan terjadi gaya tolak menolak sehingga partikel-partikel koloid kecil terpisah satu sama lain dalam bentuk suspensi. Hal ini menyebabkan deflokulator atau tidak terjadi flok, sehingga dapat meningkatkan nilai kekeruhan dan tidak terdapat endapan lumpur (Ebeling dan Ogden, 2004). Oleh karena itu penentuan dosis optimum PAC berhubungan dengan proses koagulasi-flokulasi.

Dosis optimum PAC dapat dilihat dari pengukuran kekeruhan akhir dan banyaknya lumpur yang terendap setelah proses koagulasi-flokulasi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Khafila (2013), bahwa parameter yang sangat berpengaruh terhadap penentuan dosis optimum adalah kekeruhan. Dosis yang paling optimum dipilih berdasarkan Menteri Kesehatan Republik Indonesia (2010), batas maksimum nilai kekeruhan akhir adalah 5 NTU dan nilai ekonomis. Nilai ekonomis maksudnya dosis yang paling rendah dengan nilai kekeruhan yang sesuai baku mutu air. Nilai dosis optimum disajikan pada Gambar 4.7 dan Gambar 4.8.





Gambar 4.7 Grafik Hasil Penentuan Dosis Optimum PAC dengan Kekeruhan dan Volume Lumpur pada Pagi Hari



Gambar 4.8 Grafik Hasil Penentuan Dosis Optimum PAC dengan Kekeruhan dan Volume Lumpur pada Sore Hari

Gambar 4.7 dan Gambar 4.8 menunjukkan semakin tinggi kekeruhan membutuhkan koagulan atau PAC yang tinggi juga dan terdapat endapan lumpur. Hal ini menunjukkan penambahan PAC pada proses koagulasi-flokulasi efektif.

Menurut Rumpea (2009) pembentukan flok dengan PAC termasuk cepat dan lumpur yang muncul lebih padat dengan volume yang lebih kecil dibandingkan dengan alum karena gugus aktif alumina bekerja efektif mengikat koloid yang diperkuat rantai polimer dari gugus polielektrolit sehingga gumpalan floknya menjadi lebih padat. Endapan lumpur yang terbentuk tersebut dihitung volume lumpur untuk mengetahui keefektifan PAC. Volume lumpur yang terbentuk setelah proses koagulasi-flokulasi pada pagi dan sore hari naik turun, hal ini terjadi disebabkan karena proses pengikatan antar muatan anion dan kation akan terjadi gaya tarik menarik atau tolak menolak sehingga menghasilkan endapan lumpur yang berbeda. Oleh karena itu penambahan PAC saat proses koagulasi-flokulasi pada nilai kekeruhan awal tinggi belum tentu menghasilkan volume lumpur yang tinggi.

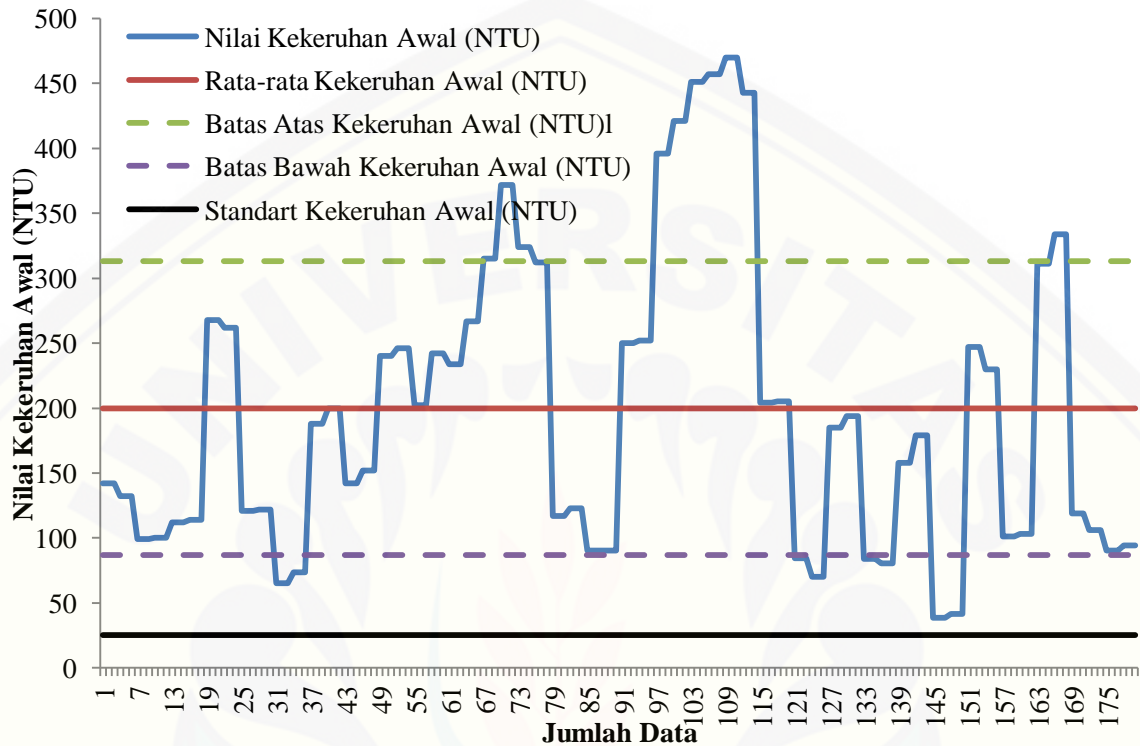
Grafik penentuan dosis optimum PAC dengan nilai volume lumpur pada Gambar 4.7 dan Gambar 4.8 menunjukkan pola polinomial dimana dosis menjadi variabel  $x$  atau variabel bebas, sedangkan volume dan kekeruhan menjadi variabel  $y$  atau variabel terikat. Hal ini dikarenakan dosis berpengaruh terhadap volume lumpur pada tingkat kekeruhan. Nilai dosis diurutkan dari yang terkecil hingga terbesar untuk memudahkan membaca grafik hubungan antara penambahan dosis dengan volume lumpur.

#### **4.4 Pembuatan Kurva Standar Pemakaian Dosis PAC (*Poly Aluminium Chloride*)**

##### **4.4.1 Pembuatan Kurva Standar Pemakaian Dosis PAC pada Pagi Hari**

Penelitian kualitas air di IPA Tegal Besar PDAM Jember dilaksanakan selama 30 hari pada musim hujan. Pengukuran tiap parameter dilakukan dua kali pengulangan dengan nilai kekeruhan yang berbeda. Nilai kekeruhan awal di PDAM Jember tidak memiliki standart sehingga pemberian dosis PAC berbeda. Tiap ulangan dianggap memiliki nilai kekeruhan awal sama namun pemberian dosis berbeda saat proses koagulasi-flokulasi. Gambar 4.9 menunjukkan nilai kekeruhan awal yang bervariasi, hal ini dikarenakan adanya pencemar seperti pembuangan limbah pertanian, limbah rumah tangga dan adanya hujan sehingga

air keruh dan mempengaruhi baku mutu air sungai. Rata-rata nilai kekeruhan adalah 199,8 NTU, batas atas kekeruhan awal adalah 312,94 NTU dan batas bawah kekeruhan awal adalah 86,66 NTU yang disajikan pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Grafik Hubungan Jumlah Data dengan Nilai Kekeruhan Pagi Hari

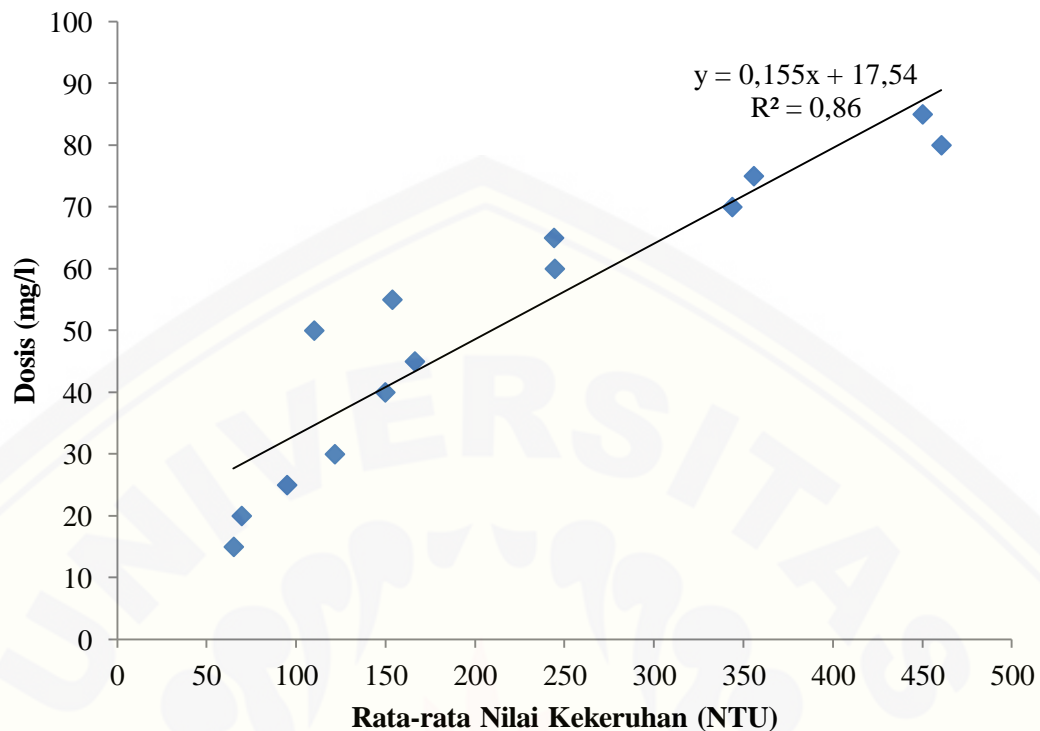
Nilai kekeruhan yang berfluktuasi mengakibatkan dosis PAC sangat bervariasi. Karena data yang dihasilkan terlalu banyak, sehingga perlu penyederhanaan data dengan mengeliminasi dengan cara memilih dosis optimum PAC dan nilai ekonomis penggunaan PAC pada tiap ulangan dipilih satu dosis dan satu kekeruhan. Setelah itu data dosis diurutkan dari nilai terkecil sampai terbesar, nilai kekeruhan awal dan akhir mengikuti. Dosis optimum yang sama akan tetapi memiliki nilai kekeruhan yang sangat berbeda akan disederhanakan. Penyederhanaan nilai kekeruhan ini dengan menghitung rata-rata nilai kekeruhan awal tiap dosis optimum yang seragam disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Rata-rata Nilai Kekeruhan Pagi Hari

Rata-rata Dosis (mg/l)	Rata-rata Kekeruhan Awal (NTU)	Rata-rata Kekeruhan Akhir (NTU)
15	65,03	5,18
20	69,48	4,87
25	94,83	5,52
30	121,54	4,94
40	149,7	5,24
45	166,25	5,08
50	110	4,97
55	153,67	5,11
60	244,44	5,42
65	244	4,73
70	343,6	4,97
75	355,67	5,44
80	460,5	6,27
85	450	5,43

(Sumber: Data Primer Diolah, 2015)

Nilai kekeruhan awal dan dosis optimum PAC diolah dan di analisis dengan beberapa persamaan menggunakan *Microsoft Excel 2007* dengan kekeruhan awal sebagai variabel bebas (x) dan dosis PAC sebagai variabel terikat (y). Berdasarkan persamaan eksponensial diperoleh hasil  $y = 21,885 e^{0,0034x}$  dengan nilai korelasi  $R^2 = 0,71$ . Persamaan logaritma menghasilkan  $y = 33,453 \ln(x) - 122,35$  dengan nilai korelasi  $R^2 = 0,83$ . Persamaan polynomial menghasilkan  $y = -0,0004x^2 + 0,355x - 1,0582$  dengan nilai korelasi  $R^2 = 0,82$ . Persamaan regresi linier sederhana menghasilkan  $y = 0,155x + 17,54$  dengan nilai korelasi  $R^2 = 0,86$  (Lampiran G). Persamaan regresi linier sederhana menunjukkan hubungan linier antara variabel bebas dan terikat yang memiliki sifat fungsional atau kausal (sebab-akibat) (Asdak, 2004:306). Persamaan yang dihasilkan akan dijadikan kurva penentuan dosis optimum PAC pada musim hujan pagi hari. Persamaan yang dihasilkan dalam bentuk grafik seperti berikut ini.



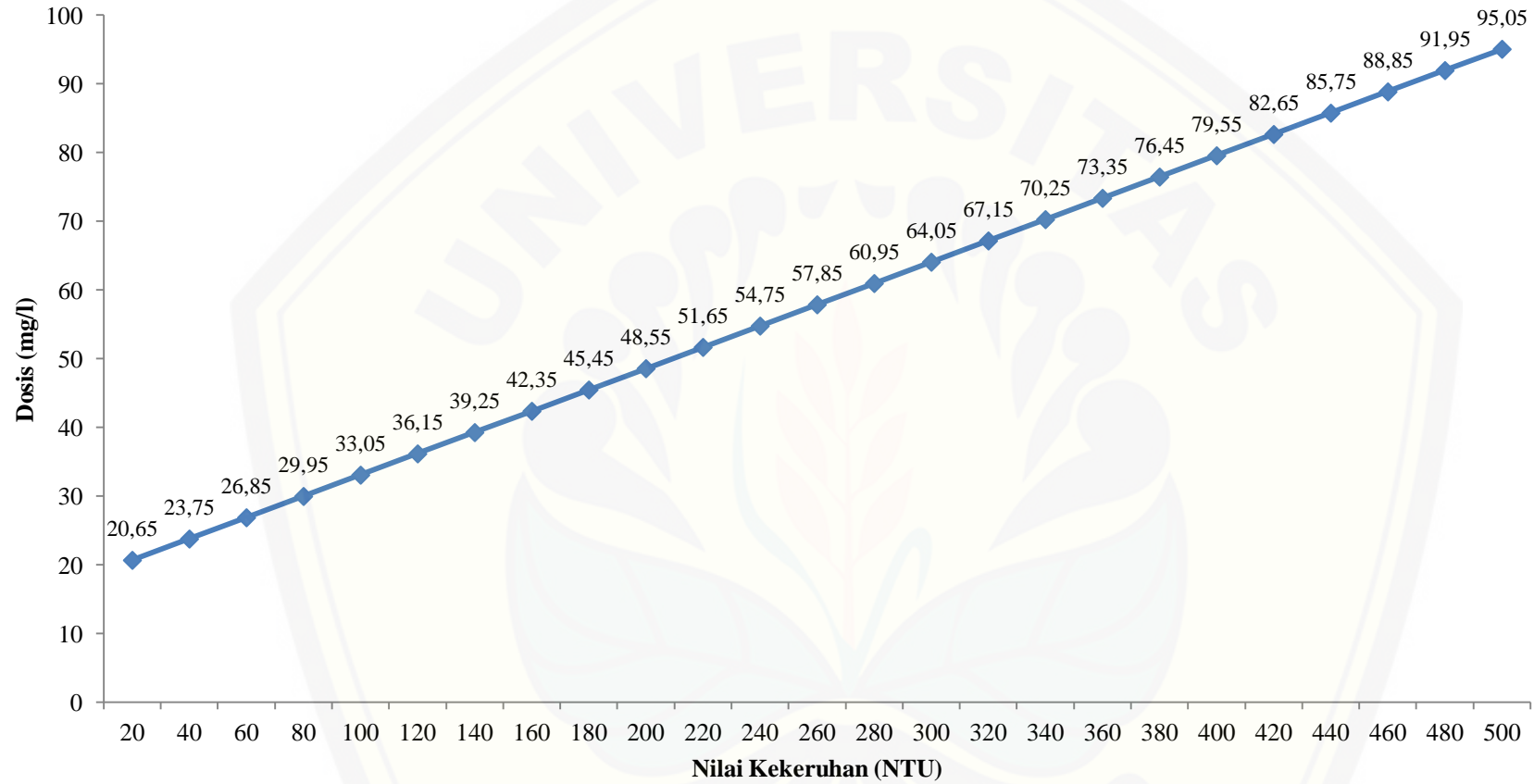
Gambar 4.10 Grafik Persamaan Rata-Rata Nilai Kekeruhan dan Dosis Pagi Hari

$y = 0,155x + 17,54$  merupakan persamaan regresi linier yang dipilih karena nilai  $R^2$  adalah 0,86 yang mendekati 1 dan nilai dari RMSE (*Root Mean Square Error*) adalah 0,2. Hal ini menunjukkan adanya korelasi yang kuat antara dosis optimum dan kekeruhan dan tingkat kesalahan data 20% serta 80% data tersebut valid. Selain itu persamaan regresi linier bertujuan untuk mengetahui faktor yang berpengaruh atau dominan terhadap variabel yang telah ditentukan. Dari persamaan tersebut dibuat kurva standar pemakaian dosis PAC dengan variasi nilai kekeruhan dari rendah ke tinggi. Nilai kekeruhan yang digunakan adalah 20 NTU sampai 500 NTU dengan range 20. Nilai ini diambil karena kekeruhan di IPA Tegal Besar PDAM Jember selama musim hujan paling tinggi kekeruhan 500 NTU dan belum pernah kekeruhan terendah 10 NTU. Oleh karena itu kurva ini dibuat dari data kekeruhan terendah dan tertinggi untuk mengetahui penggunaan dosis optimum PAC yang disajikan dalam bentuk Gambar 4.11.

Kurva standar pemakaian dosis optimum PAC pada Gambar 4.11 dapat digunakan oleh IPA Tegal Besar PDAM Jember sebagai acuan pengolahan air



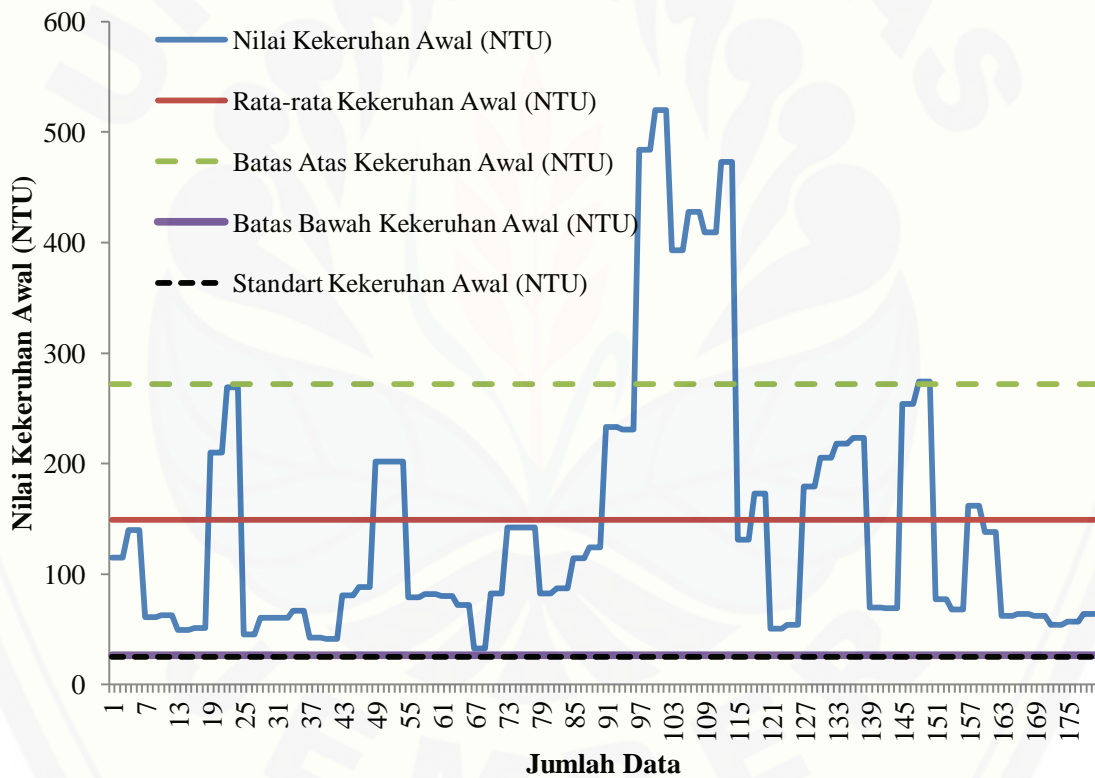
bersih tanpa melakukan metode jar test. Metode jar test yang dilakukan petugas setiap harinya kurang efisien terhadap waktu dan tenaga. Dosis optimum yang dipakai pada pengolahan air bersih harus sesuai dengan nilai kekeruhan. Berdasarkan Gambar 4.11 tentang kurva standar dapat dimisalkan apabila nilai kekeruhan air sungai sebesar 160 NTU maka dosis PAC yang dibutuhkan menjernihkan air baku  $\pm 42$  mg/L. Kurva standar di atas hanya dapat digunakan pada musim hujan dan nilai kekeruhan yang dianjurkan antara 10 NTU sampai 500 NTU. Apabila nilai kekeruhan baku mutu air melebihi yang dianjurkan, maka dapat menggunakan persamaan pada Gambar 4.10 untuk mengetahui dosis optimum PAC.



Gambar 4.11 Kurva Standar Pemakaian Dosis Optimum PAC Pagi Hari

#### 4.4.2 Pembuatan Kurva Standar Pemakaian Dosis PAC pada Sore Hari

Penelitian kualitas air di IPA Tegal Besar PDAM Jember dilaksanakan pada musim hujan. Pengambilan baku mutu air sungai pada sore hari dilakukan jam 15.00-16.00 WIB. Parameter yang di analisis adalah suhu, pH, TDS, TSS dan kekeruhan. Kekeruhan merupakan parameter yang mempengaruhi dalam pemberian dosis dan pembuatan kurva. Nilai kekeruhan awal di PDAM Jember tidak memiliki standart sehingga pemberian dosis PAC berbeda. Nilai kekeruhan saat penelitian dianggap sama pada tiap ulangan namun pemberian dosis berbeda saat proses koagulasi-flokulasi. Gambar 4.12 menunjukkan nilai kekeruhan awal sore hari yang bervariasi karena adanya beban pencemar seperti pembuangan limbah pertanian, limbah rumah tangga dan adanya hujan sehingga air keruh dan mempengaruhi baku mutu air sungai. Rata-rata nilai kekeruhan adalah 149,1



Gambar 4.12 Grafik Hubungan Jumlah Data dengan Nilai Kekeruhan Sore Hari

Nilai kekeruhan yang hampir sama mengakibatkan dosis PAC sangat bervariasi. Karena data yang dihasilkan terlalu banyak, sehingga perlu

penyederhanaan data dengan mengeliminasi dengan cara memilih dosis optimum dan nilai ekonomis penggunaan PAC pada tiap ulangan dipilih satu dosis dan satu kekeruhan. Setelah itu data dosis diurutkan dari nilai terkecil sampai terbesar, nilai kekeruhan awal dan akhir mengikuti. Dosis optimum yang sama akan tetapi memiliki nilai kekeruhan yang sangat berbeda akan disederhanakan. Penyederhanaan nilai kekeruhan ini dengan menghitung rata-rata nilai kekeruhan awal tiap dosis optimum yang seragam disajikan pada Tabel 4.3.

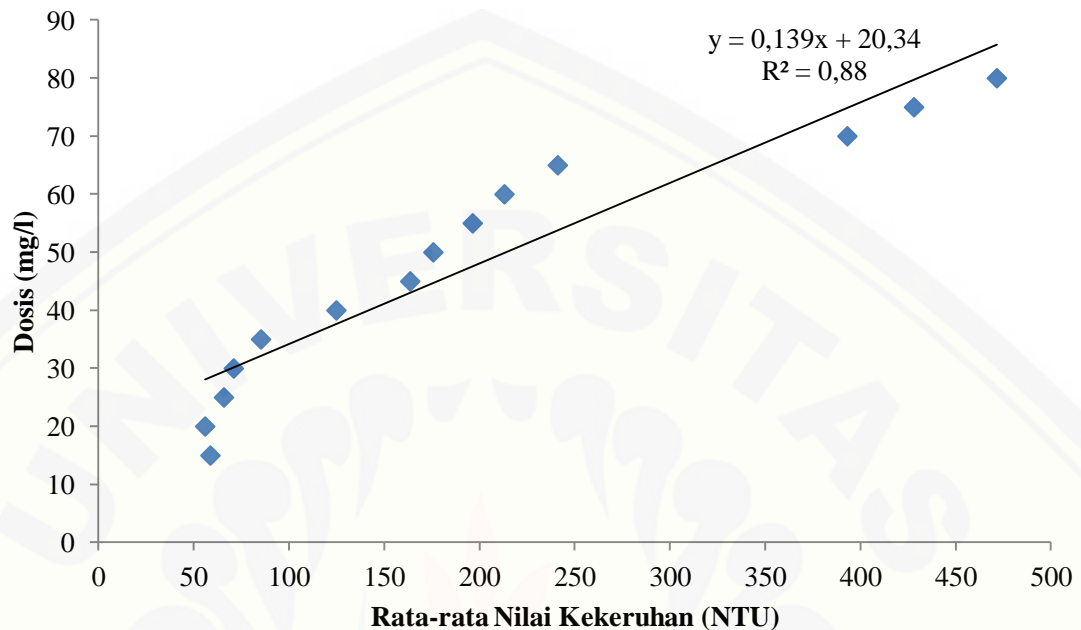
Tabel 4.3 Rata-Rata Nilai Kekeruhan Sore Hari

Rata-rata Dosis (mg/L)	Rata-rata Kekeruhan Awal (NTU)	Rata-rata Kekeruhan Akhir (NTU)
15	58,62	4,50
20	55,88	4,44
25	65,73	4,37
30	70,9	4,78
35	85,2	4,21
40	124,76	4,76
45	163,53	5,16
50	175,67	5,20
55	196,33	5,46
60	213	4,96
65	241	5,01
70	393	4,78
75	428	5,26
80	417,5	5,34

(Sumber: Data Primer Diolah, 2015)

Nilai kekeruhan awal dan dosis optimum PAC diolah dan di analisis dengan menjadi persamaan menggunakan *Microsoft Excel 2007* dengan variabel bebas (X) adalah kekeruhan awal dan variabel terikat (Y) adalah dosis. Berdasarkan persamaan eksponensial diperoleh hasil  $y = 23,13 e^{0,0031x}$  dengan nilai korelasi  $R^2 = 0,73$ . Persamaan logaritma menghasilkan  $y = 27,68 \ln(x) - 91,67$  dengan nilai korelasi  $R^2 = 0,87$ . Persamaan polynomial menghasilkan  $y = -0,0004x^2 + 0,336x + 4,0772$  dengan nilai korelasi  $R^2 = 0,87$ . Persamaan regresi linier sederhana menghasilkan  $y = 0,139x + 20,34$  dengan nilai korelasi  $R^2 = 0,88$  (Lampiran G). Persamaan regresi linier sederhana menunjukkan hubungan linier

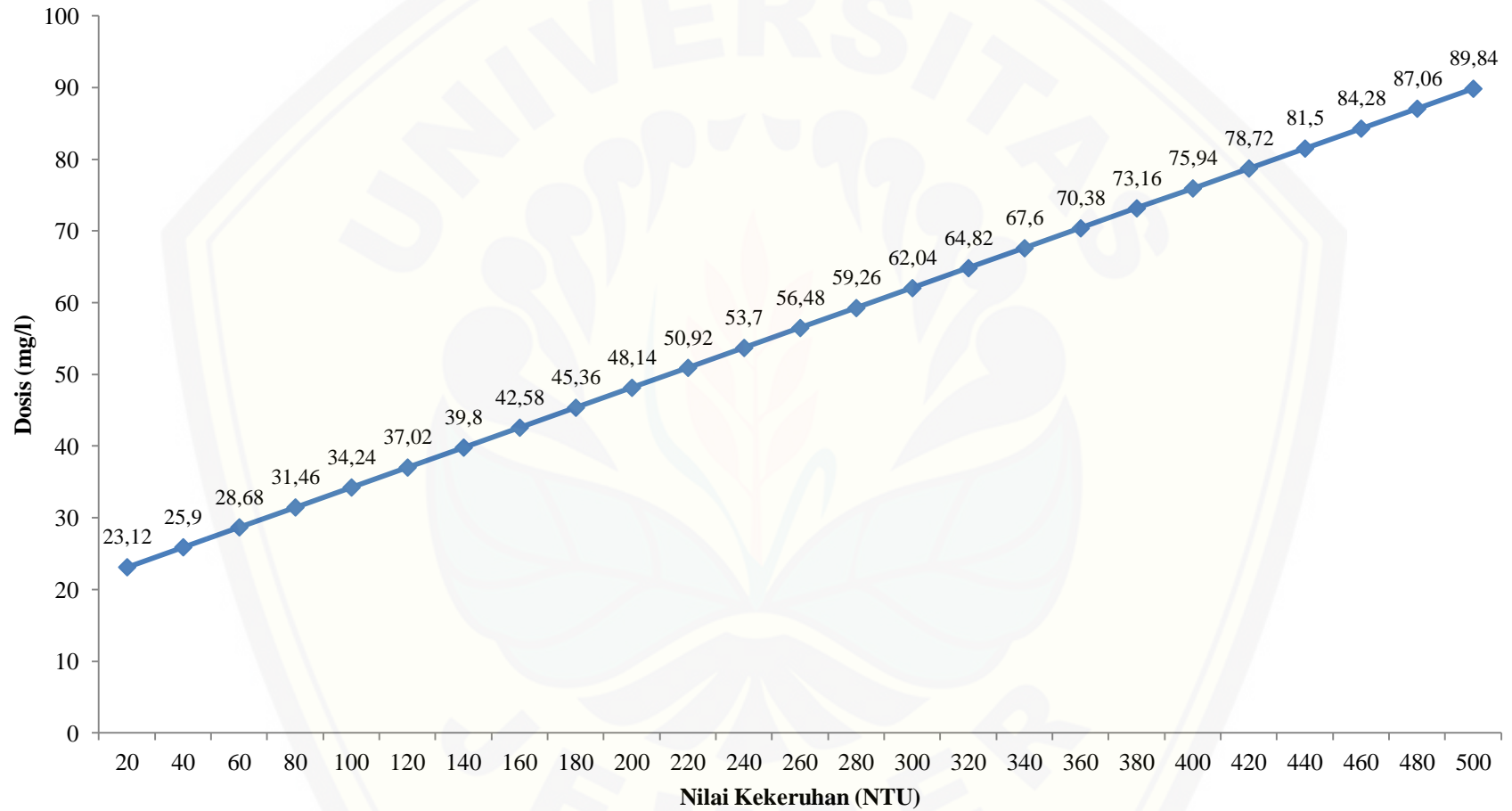
antara variabel bebas dan terikat yang memiliki sifat fungsional atau kausal (sebab-akibat) (Asdak, 2004:306). Persamaan yang dihasilkan akan dijadikan kurva penentuan dosis optimum PAC pada musim hujan sore hari. Persamaan yang dihasilkan dalam bentuk grafik seperti berikut ini:



Gambar 4.13 Grafik Persamaan Rata-Rata Nilai Kekeruhan dan Dosis Sore hari

Persamaan yang dihasilkan dari gambar 4.13 adalah  $y = 0,139x + 20,43$  merupakan persamaan regresi linier yang dipilih karena nilai  $R^2$  adalah 0,88 yang mendekati 1 dan nilai dari RMSE (*Root Mean Square Error*) adalah 0,07. Hal ini menunjukkan adanya korelasi yang kuat antara dosis optimum dan kekeruhan dan tingkat kesalahan data 7% serta 93% data tersebut valid. Selain itu persamaan regresi linier bertujuan untuk mengetahui faktor yang berpengaruh atau dominan terhadap variabel yang telah ditentukan. Dari persamaan tersebut dibuat kurva standar pemakaian dosis PAC dengan variasi nilai kekeruhan dari rendah ke tinggi. Nilai kekeruhan yang digunakan adalah 20 NTU sampai 500 NTU dengan range 20. Nilai ini diambil karena kekeruhan di IPA Tegal Besar PDAM Jember selama musim hujan paling tinggi kekeruhan 500 NTU dan belum pernah kekeruhan terendah 10 NTU. Oleh karena itu kurva ini dibuat dari data kekeruhan terendah dan tertinggi untuk mengetahui penggunaan dosis optimum PAC yang disajikan pada Gambar 4.14 sebagai berikut:





Gambar 4.14 Kurva Standar Pemakaian Dosis Optimum PAC Sore Hari

Gambar 4.14 dapat digunakan oleh IPA Tegal Besar PDAM Jember sebagai acuan pengolahan air bersih tanpa melakukan metode jar test. Metode jar test yang dilakukan petugas setiap harinya kurang efisien terhadap waktu dan tenaga. Dosis optimum yang dipakai pada pengolahan air bersih harus sesuai dengan nilai kekeruhan. Variasi nilai kekeruhan yang dipakai antara 20 NTU sampai 500 NTU. Berdasarkan Gambar 4.14 tentang kurva standar dapat dimisalkan apabila nilai kekeruhan air sungai memiliki nilai kekeruhan 80 NTU maka dosis PAC yang dibutuhkan menjernihkan air baku  $\pm 34$  mg/l. Kurva standar pada Gambar 4.11 dan Gambar 4.14 dapat digunakan oleh Instalasi Pengolahan Air Tegal Besar PDAM Kabupaten Jember sebagai acuan pembubuhan PAC pada proses koagulasi-flokulasi. Kurva standar ini hanya dapat digunakan pada musim hujan dan nilai kekeruhan yang dianjurkan antara 10 NTU sampai 500 NTU. Apabila nilai kekeruhan baku mutu air melebihi yang dianjurkan, maka dapat menggunakan persamaan pada Gambar 4.10 dan Gambar 4.13 untuk mengetahui dosis optimum PAC.

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian ini, kesimpulan yang dapat diambil sebagai berikut.

1. Penentuan dosis optimum PAC pada musim hujan menggunakan 3 metode yaitu acuan penggunaan dosis PAC di IPA Tegal Besar, *trial and error*, koagulasi-flokulasi. Dosis Optimum PAC selama musim hujan adalah 10 mg/l sampai 85 mg/l pada kekeruhan awal air baku 10 NTU hingga 500 NTU.
2. Pembuatan kurva standar penggunaan PAC terhadap kekeruhan awal selama musim hujan ini bertujuan untuk membantu petugas PDAM memperkirakan dosis PAC yang akan digunakan sesuai dengan tingkat kekeruhan sumber baku air tersebut. Persamaan pagi hari  $y = 0,155x + 17,55$  dan  $R^2 = 0,86$  sedangkan persamaan sore hari  $y = 0,138x + 20,34$  dan  $R^2 = 0,88$  adalah persamaan regresi linier yang digunakan sebagai kurva standar pemakaian PAC di IPA Tegal Besar.

### 5.2 Saran

1. Pada penelitian ini penentuan dosis dan pembuatan kurva standar dilakukan di musim hujan. Sehingga perlu penelitian lanjutan pada musim kemarau karena kondisi lingkungan yang berbeda.
2. Petugas di IPA Tegal Besar perlu pengecekan kualitas air secara berkala dan mungkin perlu ditambahkan dalam buku acuan penggunaan koagulan dengan nilai kekeruhan sebelum dan setelah koagulasi-flokulasi.
3. Perlu pengecekan hulu dan hilir Sungai Bedadung dan Kalijompo untuk mengetahui beban pencemar yang diberikan pada air sungai.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Alaerts, G dan Santika, S.S. 1984. *Metoda Penelitian Air*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Asdak, C. 2004. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Aziz, T., Pratiwi, D. Y., dan Rethiana, L. 2013. Pengaruh Penambahan Tawas  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  dan Kaporit  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Air Sungai Lambidaro. *Jurnal Teknik Kimia* . No. 3, Vol. 19.
- BPSDM. 2004. *Pelatihan Operasi dan Pemeliharaan Fasilitas Pengolahan Air Bersih*. Bekasi: Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.
- Dina, S., Barus, A. T., dan Dalimunthe, M. 2014. *Pengaruh Limbah Cair Industri Tahu terhadap Kualitas Air Sungai Babura Kecamatan Medam Polonia*. Jurnal Skripsi. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Ebeling, J. M. dan Ogden S. R. 2004. Application of Chemical Coagulation Aids for the Removal of Suspended Solids (TSS) and Phosphorus from the Microscreen Effluent Discharge of an Intensive Recirculating Aquaculture System. *North American Journal of Aquaculture* 66:198-207.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Gebbie, P. 2005. *A Dummy's Guide to Coagulants*. Bendigo: 68th Annual Water Industry Engineers and Operators, Conference Schweppes Centre.
- Geng, Y. 2005. *Applications of Floc Analysis for Coagulation Optimization at The Split Lake Water Treatment Plant*. Master's Thesis. Manitoba: University of Manitoba.

- Hendrawati, Delsy, S., dan Nurhasni. 2013. *Penggunaan Biji Asam Jawa (Tamarindus indica L.) dan Biji Kecipir (Psophocarpus tetragonolobus L.) sebagai Koagulan alami dalam Perbaikan Kualias Ait Tanah*. Prosiding Semirata FMIPA. Lampung: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.
- Khafila, R. I. 2013. *Optimasi Koagulan pada Proses Koagulasi Flokulasi Pengolahan Air Bersih di PDAM Unit Tegal Gede*. Skripsi. Jember: Universitas Jember.
- Kusnaedi. 2002. *Mengolah Air Gambut dan Air Kotor Untuk Kebutuhan Air Minum*. Jakarta: Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.
- Malhotra, S. 1994. *Poly Aluminium Chloride as an Alternative Coagulant*. Sri Lanka: 20th WEDC Conference on Affordable Water Supply and Sanitation.
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia. 2010. *Persyaratan Kualitas Air Minum Nomor 492*. Jakarta: Kemenkes.
- Notodarmodjo, S., Astuti. A dan Juliah. A. 2008. Kajian Unit Pengolahan Menggunakan Media Berbutir dengan Parameter Kekeruhan, TSS, Senyawa Organik dan pH. *PROC. ITB Sains & Tek. Vol. 36 A, No. 2*.
- PDAM. 2010. *Pengolahan Air (Water Treatment Plant)*. Surabaya: Departemen Pekerjaan Umum, Sekretariat Jendral-Pusat Pendidikan Dan Pelatihan, Balai Pelatihan Air Bersih Dan PLP Wiyung- Surabaya.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2001. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air Nomor 82*. Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia.
- Ramadhani, S., Sutanhaji, A. T., dan Rahadi, B. 2013. Perbandingan Efektivitas Tepung Biji kelor (*Moringa oleifera Lamk*), PAC (Poly Aluminium Chloride), dan Tawas sebagai Koagulan untuk Air Jernih. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis da Biosistem*. No. 1, Vol. 1.



- Rumapea, N. 2009. *Penggunaan Kitosan dan Polyaluminium Chloride (PAC) untuk menurunkan kadar logam besi (Fe) dan Seng (Zn) dalam Air Gambut*. Tesis. Medan: Universitas Sumatra Utara.
- Setyaningsih, D. 2002. *Perbandingan Efektifitas Penggunaan Koagulan FeCl<sub>3</sub>, PAC, PE (Poly Electrolit) Pada Proses Koagulasi Limbah (White water) Pabrik Kertas*. Skripsi. Surabaya: Teknik Kimia UPN Jatim.
- Setyaningtyas, R. 2011. *Pemodelan Konsentrasi Bod, Do Dan Debit Di Stasiun Kbel Sungai Bedadung-Jember Dengan Menggunakan Metode Vector Autoregressive (Var)*. Laporan Tesis. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Sugiarto, B. 2007. *Perbandingan Biaya Penggunaan Koagulan Alum dan PAC di IPA JURUG PDAM Surakarta*. Karya Ilmiah. Surakarta: Program D-III Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret.
- Sutrisno, C. T. 2004. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Jakarta: PT. RINEKA CIPTA.
- Sofia, Y., Tontowi, dan Rahayu. S. 2010. Penelitian Pengolahan Air Sungai Yang Tercemar Oleh Bahan Organik. *Jurnal Sumber Daya Air*. Vol. 6. No. 145-160.
- Yusliastri, I. R. 2010. *Penggunaan Serbuk Biji Kelor (Moringa oleifera) sebagai Koagulan dan Flokulan dalam Perbaikan Kualitas Air Limbah dan Air Tanah*. Skripsi. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.

**Lampiran A. Data Pengukuran Harian Kualitas Air PDAM Jember**

A. 1 Pengukuran Pagi Hari (07.00-08.00 WIB)

No	Dosis (mg/l)	Kekeruhan Awal (NTU)	Kekeruhan Akhir (NTU)	Suhu Awal (°C)	Suhu Akhir (°C)	pH Awal	pH Akhir	TDS Awal (mg/l)	TDS Akhir (mg/l)	TSS Awal (mg/l)	TSS Akhir (mg/l)	Tinggi Lumpur (cm)	Volume Lumpur (cm <sup>3</sup> )	Keterangan
1	40	142	4,48	27	26,8	8,1	7,4	123	119	105	7	0,3	26,96	Gerimis
2	40	132	4,74	26,6	25,3	7,9	7,7	132	124	105	14	0,4	35,95	Gerimis
3	30	99	4,45	27,6	27,7	7,6	7,5	98	97	90	10	0,2	17,97	Gerimis
4	25	100	5,24	26,9	27,3	7,6	7,7	110	108	90	7	0,3	26,96	Gerimis
5	40	112	4,89	27,6	26,7	8	7,7	92	96	101	7	0,3	26,96	Gerimis
6	45	114	4,45	26,8	26,7	8	7,4	93	106	101	9	0,4	35,95	Gerimis
7	60	268	5,08	26,5	26,6	7	6,8	102	108	128	16	0,5	44,94	Hujan
8	60	262	5,17	26,7	26,5	7	6,7	102	111	128	6	0,4	35,95	Hujan
9	40	121	4,77	26,3	26,7	6,8	6,8	97	102	115	7	0,3	26,96	Gerimis
10	40	122	5,43	26,4	26,7	6,8	6,6	97	99	115	9	0,4	35,95	Gerimis
11	20	65	4,72	27,9	27	7,3	7	113	125	78	6	0,3	26,96	Cerah
12	15	73,3	6,17	27,9	27,4	7,3	7,2	125	127	78	14	0,3	26,96	Cerah
13	30	188	5,09	27,5	27,6	7,3	7	127	129	125	4	0,3	26,96	Gerimis
14	30	200	4,61	27,7	37,3	7,1	6,9	128	138	125	9	0,3	26,96	Gerimis
15	40	142	5,43	27,7	26	6,9	6,9	124	131	102	13	0,4	35,95	Hujan
16	45	152	5,46	26,1	26,3	7,2	6,7	125	138	102	7	0,3	26,96	Hujan
17	60	240	4,63	26,2	26,2	7,2	6,9	95	105	122	9	0,4	35,95	Hujan
18	65	246	4,15	26,5	26,1	7,1	6,9	94	104	122	11	0,3	26,96	Hujan
19	60	202	5,89	26,8	27	7,3	7,1	124	132	164	25	0,2	17,97	Hujan

20	65	242	5,3	26,5	25,9	7,3	7,1	124	129	164	8	0,3	26,96	Hujan
21	60	234	5,89	26,5	26,2	7,4	7	124	130	121	14	0,3	26,96	Hujan
22	60	267	6,51	26,2	26,2	7,2	6,9	122	131	121	9	0,3	26,96	Hujan

No.	Dosis (mg/l)	Kekeruhan Awal (NTU)	Kekeruhan Akhir (NTU)	Suhu Awal (°C)	Suhu Akhir (°C)	pH Awal	pH Akhir	TDS Awal (mg/l)	TDS Akhir (mg/l)	TSS Awal (mg/l)	TSS Akhir (mg/l)	Tinggi Lumpur (cm)	Volume Lumpur (cm <sup>3</sup> )	Keterangan
23	70	315	4,49	27,2	26,3	7,4	7	127	138	128	10	0,5	44,94	Hujan Deras
24	70	372	4,69	26,4	25,6	7,2	6,9	129	137	128	9	0,3	26,96	Hujan Deras
25	70	324	4,79	25,2	26,5	7,2	6,9	98	108	222	5	0,5	44,94	Hujan Deras
26	75	312	5,28	26,4	26,4	7,1	6,9	98	106	222	17	0,4	35,95	Hujan Deras
27	30	117	5,06	26,6	25,7	7,3	7,1	121	120	102	8	0,3	26,96	Gerimis
28	30	123	5,4	26,6	26,9	7,2	7,1	121	124	102	14	0,3	26,96	Gerimis
29	20	90,1	5,91	27,1	27,1	7,4	7	128	132	87	5	0,3	26,96	Cerah
30	25	90,3	4,73	27,2	27,1	7,3	7,1	126	136	87	7	0,4	35,95	Cerah
31	60	250	5,65	28,3	29,7	7,1	7	107	115	175	12	0,3	26,96	Hujan
32	55	252	5,69	27,2	27,3	7,2	7	120	109	175	8	0,3	26,96	Hujan
33	70	396	5,32	27,9	29,9	7,3	6,9	108	112	275	11	0,2	17,97	Hujan Deras
34	75	421	5,97	26,9	29,4	7,1	6,9	108	115	275	17	0,4	35,95	Hujan Deras
35	80	451	6,37	28,1	28,7	6,8	6,4	64	84	303	13	0,5	44,94	Hujan Deras
36	85	457	5,06	27,8	30,3	6,7	6,7	77	82	303	5	0,5	44,94	Hujan Deras
37	80	470	6,17	29	27,3	6,9	6,8	87	98	356	8	0,4	35,95	Hujan Deras
38	85	443	5,79	27	28,3	6,7	6,7	90	100	356	13	0,4	35,95	Hujan Deras
39	40	204	6	27,3	28,5	7,2	7	103	102	186	10	0,3	26,96	Hujan
40	45	205	5,08	26,7	28	7,2	6,9	99	106	186	6	0,2	17,97	Hujan

41	30	84,5	5,5	28,6	28,3	7,2	7	115	105	70	9	0,2	17,97	Cerah
42	30	70,3	4,99	28,6	26,8	7,2	7,1	115	120	70	14	0,2	17,97	Cerah
43	40	185	5,32	27,6	27,1	7,1	6,8	119	129	256	9	0,4	35,95	Gerimis
44	45	194	5,31	27,2	27,2	7,1	6,9	119	129	256	15	0,4	35,95	Gerimis
45	20	84,1	5,52	27,7	27,1	7,1	7,1	117	121	104	9	0,4	35,95	Cerah
46	15	80,4	4,49	27,3	27,8	7,1	5,7	117	128	104	5	0,3	26,96	Cerah

No.	Dosis (mg/l)	Kekeruhan Awal (NTU)	Kekeruhan Akhir (NTU)	Suhu Awal (°C)	Suhu Akhir (°C)	pH Awal	pH Akhir	TDS Awal (mg/l)	TDS Akhir (mg/l)	TSS Awal (mg/l)	TSS Akhir (mg/l)	Tinggi Lumpur (cm)	Volume Lumpur (cm <sup>3</sup> )	Keterangan
47	40	158	5,78	26,6	26,6	7,2	7,1	118	126	130	4	0,3	26,96	Hujan
48	40	179	5,52	26,9	26,7	7,1	7	120	127	130	11	0,2	17,97	Hujan
49	20	38,7	3,33	27	27,1	7,2	7	121	125	45	9	0,4	35,95	Cerah
50	15	41,4	4,88	27,3	27,2	7,2	7,2	125	124	45	11	0,4	35,95	Cerah
51	60	247	5,16	27,1	27,3	7,2	6,9	96	103	132	9	0,3	26,96	Hujan
52	60	230	4,84	27	27,3	7	6,8	97	102	132	5	0,3	26,96	Hujan
53	50	101	5,25	26,7	26,4	7,1	7	84	91	114	6	0,4	35,95	Gerimis
54	55	103	4,89	27	26,6	7	6,9	81	92	114	8	0,4	35,95	Gerimis
55	70	311	5,56	25,2	26,2	6,9	6,9	104	112	301	15	0,5	44,94	Hujan Deras
56	75	334	5,06	25,5	26,1	6,9	6,7	104	112	301	10	0,4	35,95	Hujan Deras
57	50	119	4,69	27,7	27,3	7,1	6,9	118	126	109	8	0,5	44,94	Gerimis
58	55	106	4,76	27,2	26,7	7	7	117	124	109	7	0,2	17,97	Gerimis
59	30	90,5	4,41	27	27,1	7	6,9	120	129	79	12	0,4	35,95	Cerah

## Digital Repository Universitas Jember

60	25	94,2	6,6	27,2	27,1	7	7	123	126	79	8	0,4	35,95	Cerah
Mean	48,15	211,173913	5,24	27,13	27,38	7,22826	7,0	110,5217	116,20	152,8261	10,00		30,48	
Median	45	197	5,26	27,05	27	7,2	7,0	115	117	122	9		26,96	
Modus	40	142	4,45	26,5	26,7	7,2	7	124	129	128	9		26,96	
Standar Deviasi	20,12	118,22	0,57	0,76	1,87	0,31	0,33	15,52	14,79	77,34	4,11		7,69	
Efisiensi (%)		97,52				3,52				93,46				



## A.2 Data Harian Kualitas Air pada Sore Hari (15.00-16.00 WIB)

No.	Dosis (mg/l)	Kekeruhan Awal (NTU)	Kekeruhan Akhir (NTU)	Suhu Awal (°C)	Suhu Akhir (°C)	pH Awal	pH Akhir	TDS Awal (mg/l)	TDS Akhir (mg/l)	TSS Awal (mg/l)	TSS Akhir (mg/l)	Tinggi Lumpur (cm)	Volume Lumpur (cm <sup>3</sup> )	Keterangan
1	40	115	5,22	27	28,4	8	7,7	126	132	107	11	0,3	26,96	Gerimis
2	40	140	4,59	26,6	28,5	8	7,8	128	132	107	14	0,4	35,95	Gerimis
3	30	61	4,39	27,6	27,8	7,7	7,6	118	124	58	7	0,3	26,96	Cerah
4	25	62,9	4,27	28,2	27,7	7,8	7,6	118	123	58	5	0,4	35,95	Cerah
5	20	49,1	3,94	25,9	25,6	7,4	7	117	120	52	6	0,2	17,97	Cerah
6	15	51,1	3,99	25,9	25,7	7,1	7	113	117	52	9	0,3	26,96	Cerah
7	60	210	4,97	28,9	28,2	7,1	6,9	110	118	205	10	0,2	17,97	Hujan
8	65	269	4,84	28,2	28,1	7,1	6,6	109	120	205	12	0,3	26,96	Hujan
9	20	45,5	3,92	28,6	28,6	6,9	6,9	110	114	64	6	0,4	35,95	Cerah
10	20	60,4	4,65	28,2	28	6,9	6,7	114	122	64	8	0,3	26,96	Cerah
11	20	60,2	4,16	28,4	29,2	7,4	7,3	131	124	62	13	0,2	17,97	Cerah
12	20	66,8	4,53	29,4	29,1	7,4	7,2	129	134	62	6	0,3	26,96	Cerah
13	20	42,2	4,6	30,6	29,6	7,2	7,3	130	134	42	9	0,3	26,96	Cerah
14	15	41,4	3,75	29,6	29,1	7,2	7,2	132	129	42	9	0,3	26,96	Cerah
15	40	80,7	4,15	28,9	28,6	7,2	7,1	122	130	8	8	0,3	26,96	Cerah
16	35	88,4	3,87	28,4	28	7,4	7,2	121	129	8	12	0,3	26,96	Cerah
17	60	202	4,57	26,2	26,2	7,2	7,1	125	133	107	13	0,4	35,95	Cerah
18	60	202	5,02	26,5	27	7,3	7,1	124	130	107	11	0,2	17,97	Cerah
19	30	79,2	5,32	28,7	28,5	7,4	5,9	134	142	98	9	0,4	35,95	Cerah
20	35	82	4,55	28,8	28,2	7,2	7,1	115	121	98	8	0,3	26,96	Cerah

21	30	80	4,64	27,4	27,3	7,3	7,1	123	130	65	7	0,3	26,96	Cerah
22	30	72,1	4,74	27,2	26,9	7,3	7,2	122	129	65	9	0,5	44,94	Cerah

No.	Dosis (mg/l)	Kekeruhan Awal (NTU)	Kekeruhan Akhir (NTU)	Suhu Awal (°C)	Suhu Akhir (°C)	pH Awal	pH Akhir	TDS Awal (mg/l)	TDS Akhir (mg/l)	TSS Awal (mg/l)	TSS Akhir (mg/l)	Tinggi Lumpur (cm)	Volume Lumpur (cm <sup>3</sup> )	Keterangan
23	20	32,3	4,99	26,8	27,2	7,6	7,3	124	128	58	10	0,3	26,96	Cerah
24	25	82,2	4,24	26,8	26,9	7,3	7,1	122	131	58	7	0,3	26,96	Cerah
25	50	142	5,13	27,1	26,9	7,2	7,1	110	118	107	12	0,4	35,95	Gerimis
26	55	142	4,68	26	25,9	7,2	7	112	119	107	6	0,4	35,95	Gerimis
27	40	82,6	4,64	28,2	28,9	7,4	7,2	122	130	86	8	0,2	17,97	Cerah
28	45	87,1	5,05	28,4	28,4	7,3	7,1	123	128	86	10	0,2	17,97	Cerah
29	40	114	5,06	27,7	28,3	7,3	7,1	123	129	112	9	0,2	17,97	Gerimis
30	45	124	6,01	27,6	28	7,3	7,2	123	129	112	13	0,4	35,95	Gerimis
31	60	233	5,08	33,2	30,1	7,2	7	93	116	187	9	0,5	44,94	Hujan Deras
32	65	231	4,94	28,5	29,4	7,2	7	108	116	187	7	0,4	35,95	Hujan Deras
33	80	484	5,55	30,9	28,5	7,1	6,9	89	98	407	18	0,2	17,97	Hujan Deras
34	80	520	5,99	27,2	30	6,8	6,8	91	98	407	16	0,4	35,95	Hujan Deras
35	70	393	4,78	27	29	6,9	6,6	52	59	346	11	0,4	35,95	Hujan Deras
36	75	428	5,26	27,8	29	6	7	51	64	346	15	0,3	26,96	Hujan Deras
37	80	409	4,72	29,7	30	7	6,9	99	108	416	20	0,5	44,94	Hujan Deras
38	80	473	5,08	28	29,3	7	6,7	101	108	416	12	0,5	44,94	Hujan Deras
39	50	131	5,28	29,5	29,3	7,3	7,1	103	112	68	12	0,4	35,95	Gerimis
40	55	173	6,6	27,2	29,1	7,2	6,9	104	119	68	9	0,4	35,95	Gerimis

41	20	50,4	4,19	28,5	27,8	7,2	7,1	117	121	41	8	0,3	26,96	Cerah
42	20	54,1	4,41	28	27,7	7,2	7,1	116	124	41	11	0,3	26,96	Cerah
43	40	179	4,48	27,1	27,4	7,2	6,9	120	126	117	8	0,3	26,96	Hujan
44	45	205	4,31	27,6	27,2	7,2	7	120	129	117	6	0,4	35,95	Hujan
45	60	218	5,22	26,6	26,3	7,1	6,9	72	81	231	10	0,4	35,95	Hujan
46	65	223	5,26	26,7	26,2	7	6,7	72	83	231	15	0,4	35,95	Hujan

No.	Dosis (mg/l)	Kekeruhan Awal (NTU)	Kekeruhan Akhir (NTU)	Suhu Awal (°C)	Suhu Akhir (°C)	pH Awal	pH Akhir	TDS Awal (mg/l)	TDS Akhir (mg/l)	TSS Awal (mg/l)	TSS Akhir (mg/l)	Tinggi Lumpur (cm)	Volume Lumpur (cm <sup>3</sup> )	Keterangan
47	20	69,5	4,4	27	27,1	7,3	7,1	120	122	59	8	0,4	35,95	Cerah
48	15	68,8	4,94	27,4	27,4	7,2	7,1	118	121	59	9	0,4	35,95	Cerah
49	50	254	5,2	27,7	28	7,2	7,1	124	133	218	10	0,4	35,95	Cerah
50	55	274	5,11	28	28	7,1	7,1	128	133	218	14	0,5	44,94	Cerah
51	20	77	4,93	28	26,4	7,2	7,2	112	111	50	8	0,6	53,92	Cerah
52	15	67,9	5,93	28,1	28,1	7,3	7,1	111	115	50	11	0,4	35,95	Cerah
53	40	162	5,19	27,2	27,2	7,1	7	101	106	122	9	0,4	35,95	Hujan
54	45	238	5,25	27,1	27,1	6,9	6,8	117	109	122	12	0,5	44,94	Hujan
55	30	62,2	4,81	27	28,1	7,2	7	115	120	110	7	0,3	26,96	Cerah
56	25	63,9	4,82	27,5	27,6	7	7	114	113	110	10	0,3	26,96	Cerah
57	20	61,9	4,23	27,6	28	6,8	6,8	140	120	56	7	0,3	26,96	Cerah
58	25	53,9	4,14	27,9	28	6,7	6,8	138	140	56	9	0,3	26,96	Cerah
59	20	57	4,73	27,6	28,2	7,1	7	130	134	59	5	0,4	35,95	Cerah
60	15	63,9	3,88	28	28,1	7	6,9	128	122	59	7	0,5	44,94	Cerah

Mean	43,37	160,25	4,77	27,9848	28,07	7,23	7,05	112	119	132,35	10,09	30,09
Median	40	114,5	4,70	27,9	28,2	7,2	7,1	117,5	123,5	98	10,09	30,09
Modus	20	202	5,22	28,2	28,5	7,2	7,1	122	129	107	9	26,96
Standar Deviasi	20,20	131,17	0,59	1,41	1,17	0,31	0,31	19,05	17	114,16	3,30	7,86
Efisiensi (%)		97,02				2,5				92,38		

**Lampiran B. Data TSS (*Total Suspended Solid*)**

$$\text{Rumus TSS (mg/l)} = \frac{(b-a) \text{ mg} \times 100}{c \text{ ml}}$$

**B.1 Data TSS sebelum proses koagulasi-flokulasi****B.1.1 Data TSS pada pagi hari**

No.	Berat kertas saring kosong setelah di oven (a) mg	Berat kertas saring + residu setelah di oven (b) mg	Volume sampel (c) ml	TSS awal (mg/l)
1	436	446,5	100	105
2	436	446,5	100	105
3	449,1	458,1	100	90
4	449,1	458,1	100	90
5	489,4	499,5	100	101
6	489,4	499,5	100	101
7	458,6	471,4	100	128
8	458,6	471,4	100	128
9	448,8	460,3	100	115
10	448,8	460,3	100	115
11	453,3	461,1	100	78
12	453,3	461,1	100	78
13	474,2	486,7	100	125
14	474,2	486,7	100	125
15	444,9	455,1	100	102
16	444,9	455,1	100	102
17	425,3	437,5	100	122
18	425,3	437,5	100	122
19	421,5	437,9	100	164
20	421,5	437,9	100	164
21	449,8	461,9	100	121
22	449,8	461,9	100	121
23	422,4	445,2	100	228
24	422,4	445,2	100	228
25	426,5	448,7	100	222
26	426,5	448,7	100	222
27	446,3	456,5	100	102
28	446,3	456,5	100	102
29	397,4	406,1	100	87
30	397,4	406,1	100	87
31	446,4	463,9	100	175
32	446,4	463,9	100	175



No.	Berat kertas saring kosong setelah di oven (a) mg	Berat kertas saring + residu setelah di oven (b) mg	Volume sampel (c) ml	TSS awal (mg/l)
33	432,2	459,7	100	275
34	432,2	459,7	100	275
35	444,5	474,8	100	303
36	444,5	474,8	100	303
37	461,6	497,2	100	356
38	461,6	497,2	100	356
39	479,2	497,8	100	186
40	479,2	497,8	100	186
41	447,8	454,8	100	70
42	447,8	454,8	100	70
43	427,5	453,1	100	256
44	427,5	453,1	100	256
45	428	438,4	100	104
46	428	438,4	100	104
47	409	422	100	130
48	409	422	100	130
49	439,7	444,2	100	45
50	439,7	444,2	100	45
51	465	478,2	100	132
52	465	478,2	100	132
53	477,3	488,7	100	114
54	477,3	488,7	100	114
55	488	518,1	100	301
56	488	518,1	100	301
57	430,7	441,6	100	109
58	430,7	441,6	100	109
59	440,8	448,7	100	79
60	440,8	448,7	100	79

## B.1.2 Data TSS pada sore hari

No.	Berat kertas saring kosong setelah di oven (a) mg	Berat kertas saring + residu setelah di oven (b) mg	Volume sampel (c) ml	TSS awal (mg/l)
1	481,6	492,3	100	107
2	481,6	492,3	100	107
3	483,8	489,6	100	58
4	483,8	489,6	100	58
5	456,4	461,6	100	52
6	456,4	461,6	100	52
7	455,3	475,8	100	205
8	455,3	475,8	100	205
9	449,2	455,6	100	64
10	449,2	455,6	100	64
11	458,1	464,3	100	62
12	458,1	464,3	100	62
13	457	461,2	100	42
14	457	461,2	100	42
15	453,5	461,5	100	80
16	453,5	461,5	100	80
17	431,9	442,6	100	107
18	431,9	442,6	100	107
19	457,2	467	100	98
20	457,2	467	100	98
21	407,2	413,7	100	65
22	407,2	413,7	100	65
23	400,4	406,2	100	58
24	400,4	406,2	100	58
25	393,9	404,6	100	107
26	393,9	404,6	100	107
27	424,3	432,9	100	86
28	424,3	432,9	100	86
29	422,9	434,1	100	112
30	422,9	434,1	100	112
31	418	436,7	100	187
32	418	436,7	100	187
33	449,6	490,3	100	407
34	449,6	490,3	100	407
35	455	489,6	100	346
36	455	489,6	100	346
37	445,9	487,5	100	416
38	445,9	487,5	100	416
39	403	409,8	100	68
40	403	409,8	100	68

No.	Berat kertas saring kosong setelah di oven (a) mg	Berat kertas saring + residu setelah di oven (b) mg	Volume sampel (c) ml	TSS awal (mg/l)
41	408,7	412,8	100	41
42	408,7	412,8	100	41
43	436,3	448	100	117
44	436,3	448	100	117
45	408,5	431,6	100	231
46	408,5	431,6	100	231
47	427,5	433,4	100	59
48	427,5	433,4	100	59
49	459,2	476	100	218
50	459,2	476	100	218
51	420,8	425,8	100	50
52	420,8	425,8	100	50
53	418	430,3	100	122
54	418	430,3	100	122
55	460	471	100	110
56	460	471	100	110
57	487,1	492,7	100	56
58	487,1	492,7	100	56
59	440,8	446,7	100	59
60	440,8	446,7	100	59

## B.2 Data TSS setelah proses koagulasi-flokulasi

## B.2.1 Data TSS pada pagi hari

No.	Berat kertas saring kosong setelah di oven (a) mg	Berat kertas saring + residu setelah di oven (b) mg	Volume sampel (c) ml	TSS awal (mg/l)
1	449,1	449,8	100	7
2	448,8	450,2	100	14
3	455,2	456,2	100	10
4	452,1	452,8	100	7
5	450,2	450,9	100	7
6	453,5	454,4	100	9
7	432,6	434,2	100	16
8	403,9	404,5	100	6
9	411,4	412,3	100	7
10	432,6	433,5	100	9
11	399,9	400,5	100	6
12	402,4	403,8	100	14
13	459,2	459,6	100	4
14	415,9	416,8	100	9
15	384	385,3	100	13
16	425	425,7	100	7
17	439,5	440,4	100	9
18	406,5	407,6	100	11
19	421,1	423,6	100	25
20	435,8	439,3	100	8
21	399,5	400,9	100	14
22	396,5	497,4	100	9
23	424,7	424,8	100	10
24	395,6	396,5	100	9
25	423,7	424,2	100	5
26	396,9	398,6	100	17
27	446,2	447	100	8
28	456	457,4	100	14
29	416,2	416,7	100	5
30	447,6	448,3	100	7
31	447,2	448,4	100	12
32	444,7	445,5	100	8
33	425,7	426,7	100	11
34	426,8	428,5	100	17
35	429,6	430,9	100	13
36	439,6	440,1	100	5
37	433,2	434	100	8
38	421,3	422,6	100	13
39	440,5	441,5	100	10

No.	Berat kertas saring kosong setelah di oven (a) mg	Berat kertas saring + residu setelah di oven (b) mg	Volume sampel (c) ml	TSS awal (mg/l)
40	453,9	454,5	100	6
41	420,1	421	100	9
42	436,7	438,1	100	14
43	436,1	407,5	100	9
44	406	448	100	15
45	435	435,9	100	9
46	427,5	433,4	100	5
47	410,2	410,6	100	4
48	413,5	414,6	100	11
49	443,2	444,1	100	9
50	476,2	477,3	100	11
51	473	473,9	100	9
52	465,3	465,8	100	5
53	442	442,6	100	6
54	439,4	440,2	100	8
55	442,2	443,7	100	15
56	447,8	448,8	100	10
57	474	474,8	100	8
58	465	465,7	100	7
59	462,1	463,3	100	12
60	482,2	483	100	8



## B.2.2 Data TSS pada sore hari

No.	Berat kertas saring kosong setelah di oven (a) mg	Berat kertas saring + residu setelah di oven (b) mg	Volume sampel (c) ml	TSS awal (mg/l)
1	475,1	476,2	100	11
2	456,6	458	100	14
3	476,7	477,4	100	7
4	442,1	442,6	100	5
5	432,6	433,2	100	6
6	445,2	446,1	100	9
7	403,9	404,9	100	10
8	474,2	475,4	100	12
9	462,2	462,8	100	6
10	433,5	434,3	100	8
11	463,8	465,1	100	13
12	425,8	425,6	100	6
13	416,5	417,5	100	9
14	434,7	435,6	100	9
15	409,2	410	100	8
16	463,1	464,3	100	12
17	420,1	421,4	100	13
18	431,5	432,6	100	11
19	427,9	428,8	100	9
20	449,8	450,6	100	8
21	399,7	400,4	100	7
22	420,2	421,1	100	10
23	419,6	417,6	100	7
24	422,7	423,9	100	12
25	398	398,6	100	6
26	470,6	471,4	100	8
27	400,1	401,1	100	10
28	447,2	448,1	100	9
29	398,8	400,1	100	13
30	422,5	423,4	100	9
31	432,1	432,8	100	7
32	410	411,8	100	18
33	415,2	416,8	100	16
34	427,2	428,3	100	11
35	444	445,5	100	15
36	457,8	459,8	100	20
37	427,7	428,9	100	12
38	427,4	428,6	100	12
39	437,7	438,6	100	9

No.	Berat kertas saring kosong setelah di oven (a) mg	Berat kertas saring + residu setelah di oven (b) mg	Volume sampel (c) ml	TSS awal (mg/l)
40	409,3	410,1	100	8
41	415,3	416,4	100	11
42	428,9	429,7	100	8
43	426	426,6	100	6
44	415,2	416,2	100	10
45	426	427,5	100	15
46	426	426,8	100	8
47	404,6	405,5	100	9
48	436,7	437,7	100	10
49	448,8	450,1	100	14
50	473,1	473,9	100	8
51	442	443,1	100	11
52	472	472,9	100	9
53	430,8	432	100	12
54	415	440,2	100	8
55	442,2	415,7	100	7
56	437,5	438,5	100	10
57	446,7	438,8	100	7
58	446,7	447,6	100	9
59	462,1	462,6	100	5
60	482,2	482,9	100	7

**LAMPIRAN C. Persyaratan Kualitas Air Minum**

Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor :  
492/MENKES/PER/VI/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum

## Persyaratan Kualitas Air Minum

No	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan	Keterangan
1	2	3	4	5
<b>A. Fisika</b>				
1.	Bau	-	-	Tidak berbau
2.	Jumlah zat padat terlarut (TDS)	mg/L	500	-
3.	Kekeruhan	Skala NTU	5	-
4.	Rasa	-	-	Tidak berasa
5.	Suhu	°C	Suhu udara $\pm 3^{\circ}\text{C}$	-
6.	Warna	Skala TCU	50	-
<b>B. Kimia</b>				
1	pH	-	6,5 – 8,5	merupakan batas minimum dan maksimum, khusus air hujan pH minimum 5,5
2.	Kesadahan (CaCO <sub>3</sub> )	mg/L	500	-
<b>C. Mikrobiologi</b>				
1.	Koliform Tinja	Jumlah per 100 ml	0	-
2.	Total Koliform	Jumlah per 100 ml	0	95% dari sampel yang diperiksa selama setahun. Kadang-kadang boleh ada 3 per 100 ml sampel air, tetapi tidak berturut-turut

**D. Daftar Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas**

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air.

No.	Parameter	Satuan	Kelas				Keterangan
			I	II	III	IV	
<b>A. Fisika</b>							
1.	Temperature	°C	deviasi 3	deviasi 3	deviasi 3	deviasi 5	Deviasi temperature dari keadaan alamiahnya
2.	Residu Terlarut	mg/l	1000	1000	1000	2000	
3.	Residu Tersuspensi	mg/l	50	50	400	400	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, residu tersuspensi ≤ 5000 mg/l
<b>B. Kimia Anorganik</b>							
1.	pH		6-9	6-9	6-9	5-9	Apabila secara alamiah di luar rentang tersebut, maka ditentukan berdasarkan kondisi alamiah
2.	BOD	mg/l	2	3	6	12	
3.	COD	mg/l	10	25	50	100	
4.	DO	mg/l	6	4	3	0	Angka batas minimum
5.	Total Fosfat sebagai P	mg/l	0,2	0,2	1	5	
6.	NO <sup>3</sup> sbg N	mg/l	10	10	20	20	
7.	NH <sub>3</sub> -N	mg/l	0,5	(-)	(-)	(-)	Bagi perikanan kandungan amonia bebas untuk ikan yang peka ≤ 0,02 mg/L sebagai NH <sub>3</sub>
8.	Arsen	mg/l	0,05	1	1	1	
9.	Kobalt	mg/l	0,2	0,2	0,2	0,2	
10.	Barium	mg/l	1	(-)	(-)	(-)	
11.	Boron	mg/l	1	1	1	1	
12.	Selenium	mg/l	0,01	0,05	0,05	0,05	
13.	Kadmium	mg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	
14.	Khrom(VI)	mg/l	0,05	0,05	0,05	0,01	
15.	Tembaga	mg/l	0,02	0,02	0,02	0,2	Bagi Pengolahan air minum secara konvensional, Cu ≤ 1 mg/l
16.	Besi	mg/L	0,3	(-)	(-)	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Fe ≤ 5 mg/l

No.	Parameter	Satuan	Kelas				Keterangan
			I	II	III	IV	
17.	Timbal	mg/l	0,03	0,03	0,03	1	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Pb $\leq$ 0,1 mg/l
18.	Mangan	mg/l	0,1	(-)	(-)	(-)	
19.	Air Raksa	mg/l	0,001	0,002	0,002	0,005	
20.	Seng	mg/l	0,05	0,05	0,05	2	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Zn $\leq$ 5 mg/l
21.	Khlorida	mg/l	600	(-)	(-)	(-)	
22.	Sianida	mg/l	0,02	0,02	0,02	(-)	
23.	Florida	mg/l	0,5	1,5	1,5	(-)	
24.	Nitrit sbg N	mg/l	0,06	0,06	0,06	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, NO <sub>2</sub> _N $\leq$ 1 mg/l
25.	Sulfat	mg/l	400	(-)	(-)	(-)	
26.	Khlorin bebas	mg/l	0,03	0,03	0,03	(-)	Bagi ABAM tdk dipersyaratkan
27.	Belerang sebagai H <sub>2</sub> S	mg/l	0,002	0,002	0,002	(-)	Bagi pengolahan air minum scr konvensional, S sebagai H <sub>2</sub> S $\leq$ 1 mg/l
<b>C. <u>Mikrobiologi</u></b>							
1.	Fecal colifrom	Jml/100 ml	100	1000	2000	2000	Bagi pengolahan air minum scr konvensional,
2.	Total colifrom	Jml/100 ml	1000	5000	10000	10000	fecal colifrom $\leq$ 2000jml/100ml dan total colifrom $\leq$ 10000 jml/100ml
<b>D. <u>Radioaktivitas</u></b>							
1.	Groos-A	Bg/l	0,1	0,1	0,1	0,1	
2.	Groos-B	Bg/l	1	1	1	1	
<b>E. <u>Kimia Organik</u></b>							
1.	Minyak dan Lemak	ug/l	1000	1000	1000	(-)	
2.	Detergen sbg MBAS	ug/l	200	200	200	(-)	
3.	Senyawa Fenol sbg Fenol	ug/l	1	1	1	(-)	
4.	BHC	Ug/l	210	210	210	(-)	
5.	Aldrin / Dieldrin	ug/l	17	(-)	(-)	(-)	
6.	Chlordane	ug/l	3	(-)	(-)	(-)	
7.	DDT	ug/l	2	2	2	2	



No.	Parameter	Satuan	Kelas				Keterangan
			I	II	III	IV	
8.	Heptichlor dan heptachlor epoxide	ug/l	18	(-)	(-)	(-)	
9.	Lindane	ug/l	56	(-)	(-)	(-)	
10.	Methoxychlor	ug/l	35	(-)	(-)	(-)	
11.	Endrin	ug/l	1	4	4	(-)	
12.	Toxaphan	ug/l	5	(-)	(-)	(-)	

Keterangan :

mg = miligram

ug= mikrogram

ml= militer

l= liter

Bq= Bequerel

MBAS = Methylene Blue Active Substance

ABAM= Air Baku untuk Air Minum Logam berat merupakan logam terlarut

Nilai di atas merupakan batas maksimum, kecuali untuk pH dan DO.

**E. Contoh Aplikasi Persamaan Kurva Standar Pemakaian Dosis PAC (*Poly Aluminium Chloride*)**

E1. Pagi Hari

$$y = 0.155x + 17.54$$
$$R^2 = 0.86$$

Contoh: Diketahui kekeruhan air (x) 160 NTU, berapa dosis PAC yang diberikan?

Jawab:  $y = 0.155x + 17.54$   
 $y = 0.155(160) + 17.54$   
 $y = 24.8 + 17.54$   
 $y = 42.34 \text{ mg/l}$

Artinya jika kekeruhan air 160 NTU, dosis PAC yang diberikan  $\pm 42 \text{ mg/l}$ 

E2. Sore Hari

$$y = 0.139x + 20.34$$
$$R^2 = 0.88$$

Contoh: Diketahui kekeruhan air (x) 380 NTU, berapa dosis PAC yang diberikan?

Jawab:  $y = 0.139x + 20.34$   
 $y = 0.139(380) + 20.34$   
 $y = 52.82 + 20.34$   
 $y = 73.16 \text{ mg/l}$

Artinya jika kekeruhan air 380 NTU, dosis PAC yang diberikan  $\pm 73 \text{ mg/l}$

**F. Foto Penelitian**



F1. Sumber Air Baku



F2. Flocculator Health H-FL-6



F3. TDS meter



F4. pH meter



F5. Oven merk Memmert



F6. Neraca Analitik OHAUS



F7. Beaker Glass Pyrex 1000 ml



F8. Cawan



F9. Pengambilan Sample Air

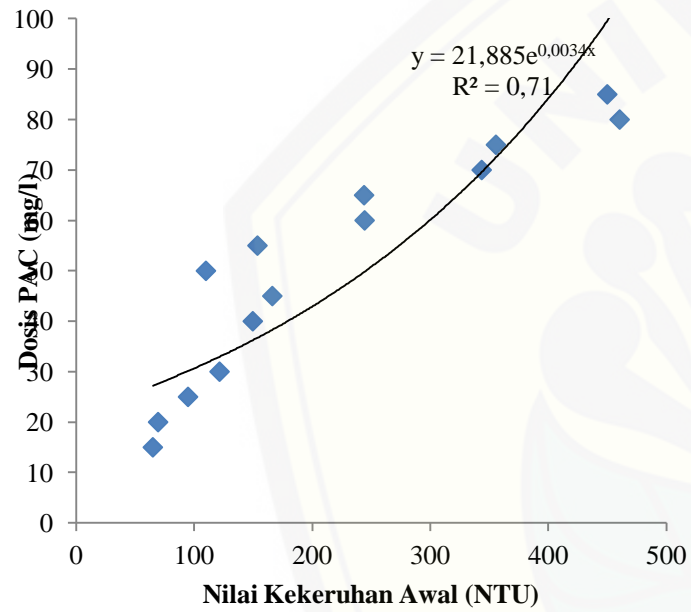
**Lampiran G. Matrik Kegiatan Penelitian**

Kegiatan	Bulan											
	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sept	
Konsultasi dengan dosen pembimbing												
Pengajuan proposal penelitian												
Revisi proposal penelitian												
Seminar proposal												
Penelitian												
Pengolahan, analisis dan interpretasi data												
Seminar hasil												
Revisi skripsi												
Ujian skripsi												

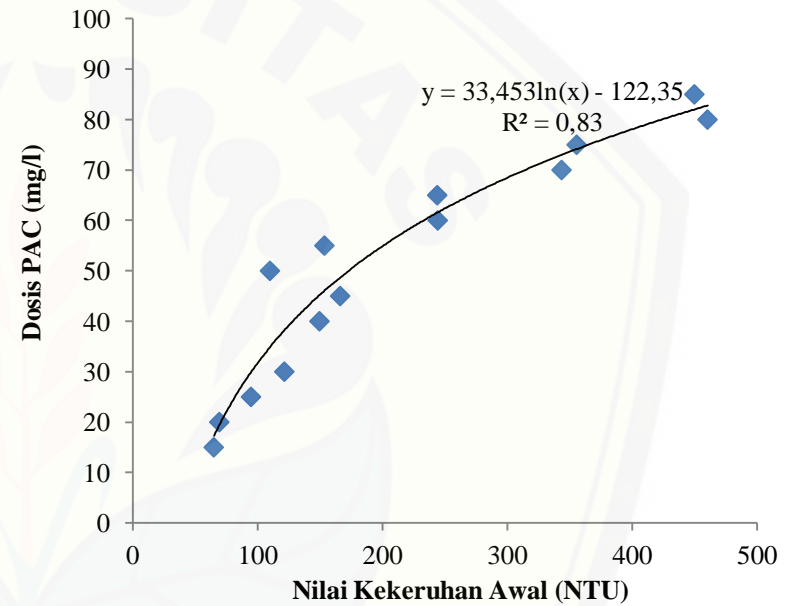


**Lampiran H. Grafik Persamaan Regresi**

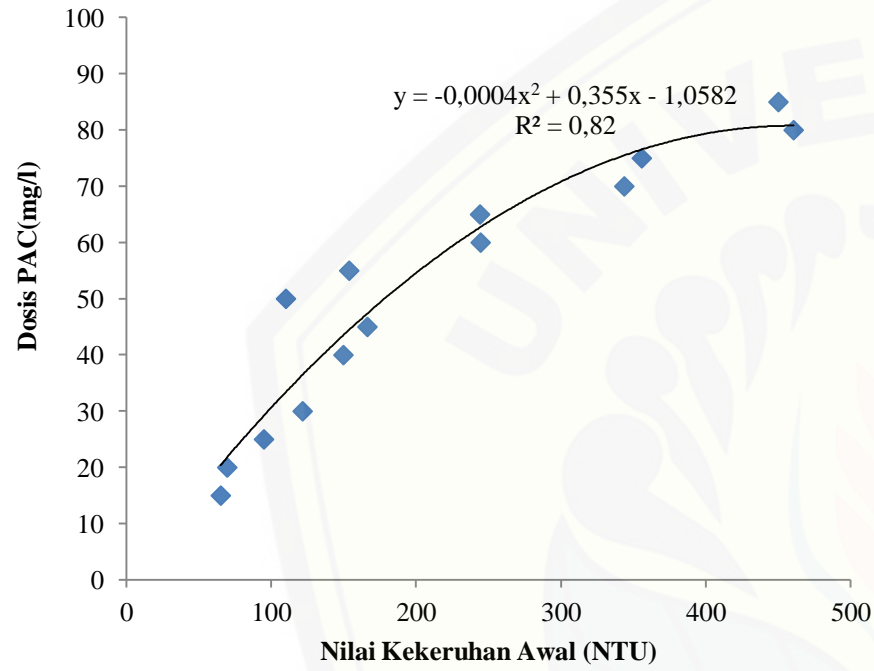
**H.1 Persamaan Regresi pada Pagi Hari**



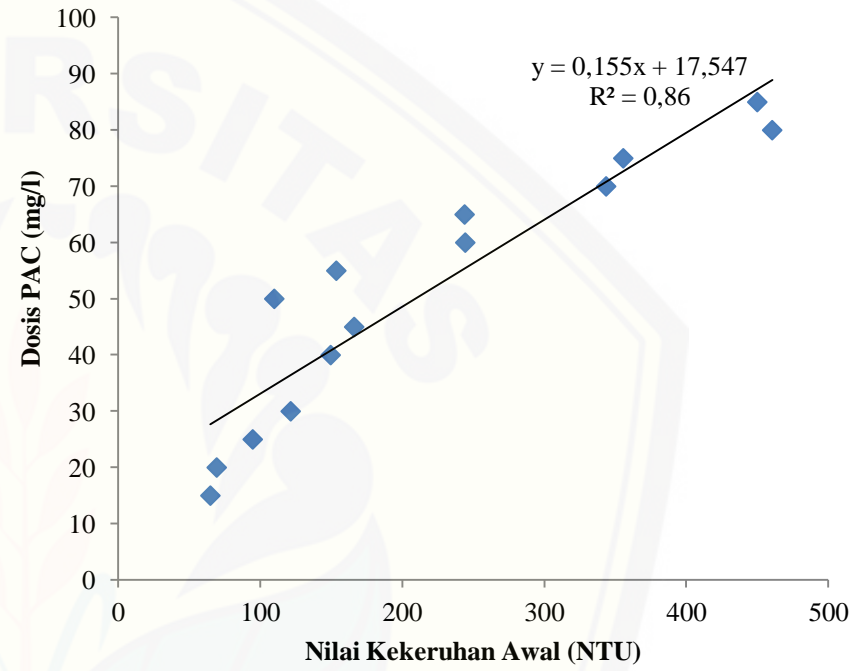
H.1a Persamaan Eksponensial



H.1b Persamaan Logaritma

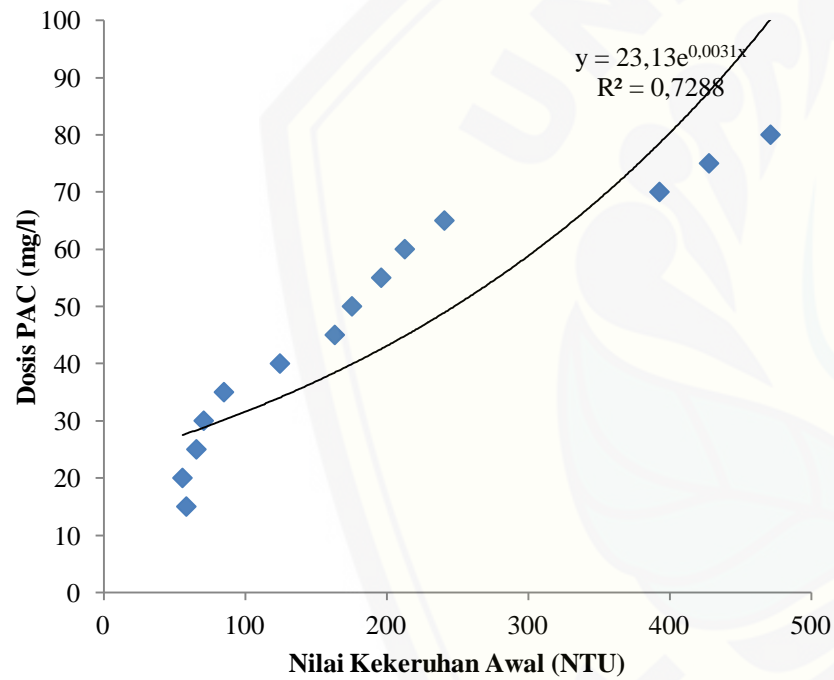


H.1c Persamaan Polynomial

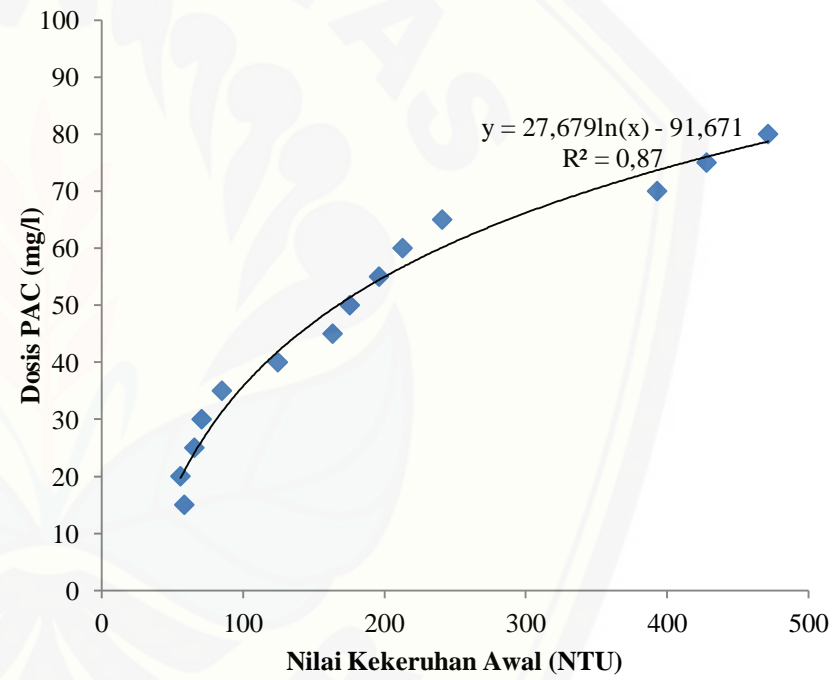


H.1d Persamaan Linier Sedehana

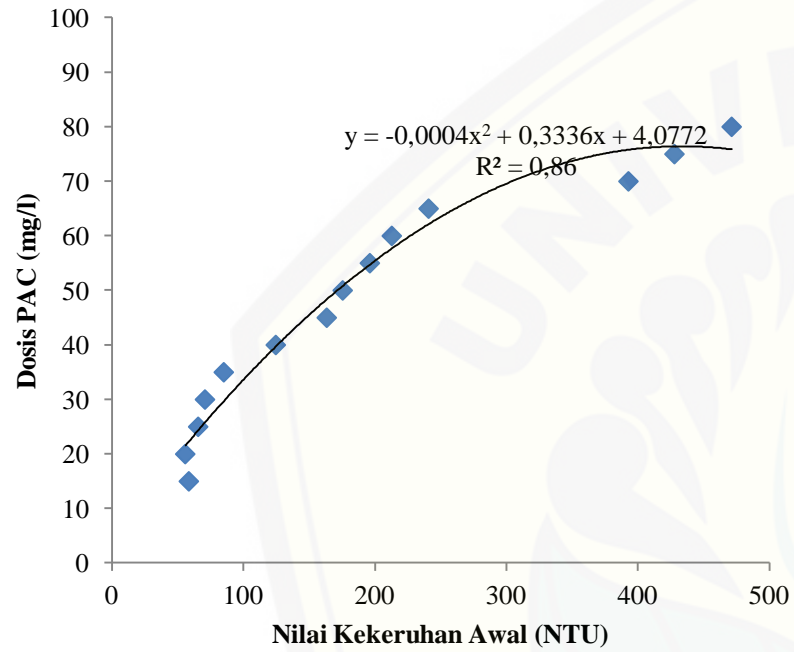
H.2 Persamaan Regresi pada Sore Hari



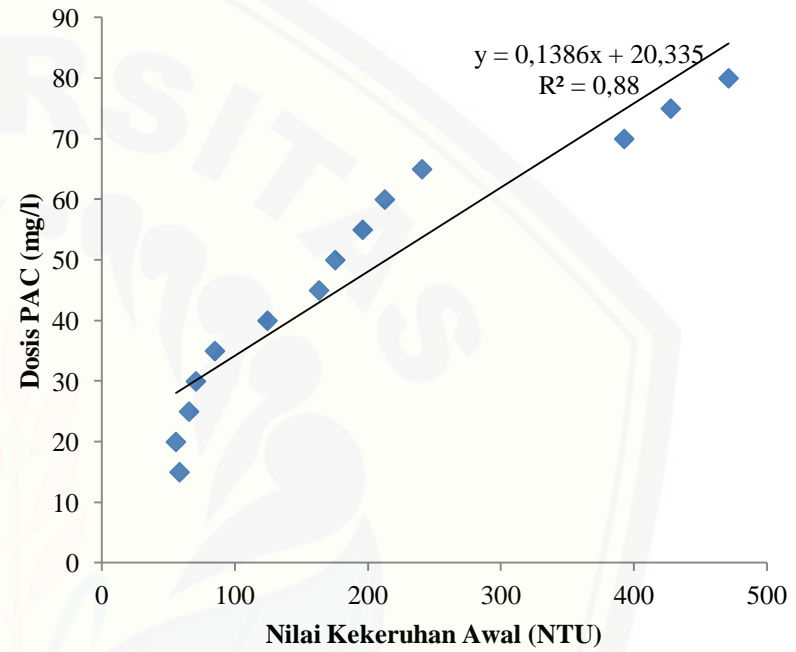
H.2a Persamaan Eksponensial



H.2b Persamaan Logaritma



H.2c Persamaan Polynomial



H.2d Persamaan Linier Sederhana

