

Penetapan Dosis Koagulan dan Flokulan Pada Proses Penjernihan Air Untuk Industri

¹Hendrawati*, ¹Ricky Susanto, ²Jimmy Tjandra

¹) Program Studi Kimia FST UIN Syarif Hidayatullah Jakarta

²) PT Indocement Tungal Prakarsa Tbk Cibinong Bogor, Jawa Barat

e-mail : hcndrageulis@yahoo.co.id

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah menetapkan dosis penggunaan koagulan dan flokulan pada proses penjernihan air yang dilakukan di PT Indocement Tbk dengan menggunakan bahan baku sumber air yang berasal dari sungai Cileungsi. Penjernihan dilakukan melalui penambahan polialuminium klorida (PAC) sebagai koagulan dan poliakrilamida (PAA) sebagai flokulan. Parameter yang diukur meliputi kekeruhan, pH, warna, zat organik, kesadahan total, kesadahan Ca, kesadahan Mg, kadar Fe dan kadar Mn. Penetapan kadar koagulan dan flokulan diukur berdasarkan parameter kekeruhan. Berdasarkan hasil penelitian, nilai kekeruhan terkecil air baku adalah 13,5 NTU dengan pemakaian koagulan dan flokulan sebesar 140 ppm dan 0 ppm (tanpa penambahan flokulan) sedangkan nilai kekeruhan air baku terbesar adalah 215 NTU dengan pemakaian koagulan dan flokulan sebesar 230 ppm dan 0,3 ppm. Nilai tersebut menunjukkan optimasi penggunaan koagulan dan flokulan dan hasilnya telah sesuai dengan standar air bersih berdasarkan peraturan pemerintah No. 416/MENKES/PER/IX/1990.

Kata kunci : Penjernihan Air, Koagulan, Flokulan, PAC, PAA.

Abstract

The purpose of this research is to determine the usage of coagulant and flocculant dosage in purification process of water. Purification of water at PT Indocement Tbk has been done by using the raw material source of water come from Cileungsi river. The purification process was developed by adding polyammoniumchloride as coagulant and polyacrylamide as flocculant. Purification parameters was determined such as turbidity, pH, colour, an organic matter, total alkalinity, alkalinity of Ca, Mg, and total of Fe and Mn. Calculating of coagulant and flocculant rates which had been measured based on turbidity parameter. Based on this result, the smallest turbidity value of standard water is 13,5 NTU with coagulant and flocculant usage equal to 140 ppm and 0 ppm (without addition of flocculant), while the biggest turbidity value of water standard was 215 NTU with usage of coagulant and flocculant equal to 230 ppm and 0,3 ppm. This value showed that coagulant and flocculant usage was optimum according to clean water standard consider to regulation of government No. 416/MENKES/PER/IX/1990.

Keywords : Purification of water, coagulant, flocculant, PAC, PAA

1. PENDAHULUAN

Air merupakan senyawa kimia yang sangat penting bagi kehidupan umat manusia dan makhluk hidup lainnya dan fungsinya bagi kehidupan tersebut tidak akan dapat digantikan oleh senyawa lain (Alaert G, Santika S.S., 1987).

Begitu pula dalam kegiatan industri kebutuhan akan air tidak kalah penting terutama

air dapat digunakan sebagai pendingin pada mesin-mesin produksi. Penggunaan air untuk kepentingan industri harus memenuhi syarat tertentu agar mesin-mesin yang digunakan tetap terpelihara secara baik (Eckenfelder, 1989).

Penggunaan air di PT Indocement Tbk umumnya digunakan sebagai pendingin di setiap *plant* ($\pm 85\%$) serta untuk memenuhi keperluan

perusahaan-perusahaan group yang berada di lingkungan tersebut.

Water treatment section merupakan sub-sistem dari PT Indocement yang berfungsi sebagai penyediaan air. Air yang digunakan berasal dari sungai Cileungsi yang diolah sedemikian rupa sehingga mencapai kejernihan tertentu sesuai dengan standar yang ditentukan.

Proses penjernihan air di PT Indocement Tbk dilakukan dengan menggunakan Poli Aluminium Klorida (PAC) sebagai pengikat kotoran yang berupa lumpur dan zat organik dan Poli Akril Amida (PAA) sebagai bahan pembantu yang memperbesar lumpur agar lumpur mudah dan cepat turun menuju pembuangan.

Pemberian bahan kimia dalam proses penjernihan air harus sesuai dengan kondisi air dan kebutuhan peruntukan air tersebut. Jika pemberian terlalu sedikit maka kotoran-kotoran yang ada dalam air tidak terikat secara sempurna begitu juga sebaliknya jika pemberian terlalu banyak maka lumpur yang terbentuk cenderung terapung berada pada badan air yang akhirnya mengotori badan air. Oleh karena itu pemberian bahan kimia harus efisien dan menghasilkan produk air bersih seoptimal mungkin. Hal ini sangat berkaitan erat dengan prinsip ekonomi dalam bidang industri dimana perhitungan biaya produksi harus dilakukan seefisien dan seefektif mungkin dengan tetap menjaga kualitas produk yang dihasilkan. Oleh karena itu pemakaian bahan kimia harus dilakukan dengan perhitungan yang matang agar dihasilkan proses penjernihan yang optimal (Sugiharto, 1987).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Water Treatment PT Indocement Tbk sedangkan sampel yang diambil berasal dari sungai Cileungsi. Penelitian ini berlangsung dari bulan Agustus 2007 sampai dengan bulan Desember 2007

Alat dan Bahan

Peralatan laboratorium yang digunakan adalah pipet mikro, pipet volume, gelas ukur, gelas erlenmeyer, botol semprot, seperangkat alat titrasi, *hot plate*, neraca analitik sedangkan instrumen yang digunakan adalah pH meter

Horiba model F-51, Turbidimeter Hach Model 2100 N, Spectrophotometer Hach model DR/2010

III.1.2 Bahan

Bahan-bahan kimia yang digunakan meliputi : sampel air yang berasal dari sungai Cileungsi, larutan PAC 10%, larutan PAA 0,01%, larutan H_2SO_4 10 N, larutan $KMnO_4$ 0,01 N, larutan asam oksalat 0,01 N, larutan buffer pH 10,0, NaOH 5 N, Etilen Diamin Tetra Asetat (EDTA) 0,02 N, HCl-Aquades 1:1, indikator Eriochrom Black T (EBT), indikator Methyl Thymol Blue (MTB) dan aquades.

Penetapan dosis koagulan (Elida N, 2004)

Penetapan dosis koagulan ditetapkan dengan alat jar test yang dilengkapi pengaduk dan ke dalamnya ditambahkan larutan PAC 10% sebagai koagulan secara tetap. Selanjutnya dikocok dengan kecepatan 100 rpm selama 1 menit. Pengocokkan diturunkan menjadi 60 rpm selama 10 menit untuk menghasilkan pembentukan flok yang baik, pada saat tersebut ditambahkan PAA 0,01% sebagai flokulan secara bertingkat misalnya 0 ml, 1 ml, 2 ml dan seterusnya sehingga konsentrasi PAA dalam sampel adalah 0 ppm 0,1 ppm 0,2 ppm, dan seterusnya. flokulasi yang terjadi pada tiap-tiap tabung diamati dan dibandingkan besarnya flok-flok yang terbentuk. Setelah pengocokkan selesai didiamkan selama 30 menit. untuk selanjutnya siap dianalisa.

Pengukuran Kekeruhan

Pengukuran kekeruhan dilakukan dengan menggunakan Turbidimeter Hach model 2100 N dengan cara mengukur derajat kekeruhan menggunakan kuvet dan nilainya diperoleh dalam satuan NTU.

Pengukuran pH

Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan pH meter Horiba model F-51 yang dilengkapi dengan elektroda glass.

Pengukuran Warna

Pengukuran warna dilakukan dengan menggunakan Spectrophotometer Hach model

DR/2010 dimana warna dalam air dibandingkan dengan warna standar yang terbuat dari PtCo (Platinum Cobalt) dan diukur pada panjang gelombang 455 nm (Suriansyah, dkk., 2005).

Pengukuran zat organik (COD)

Pengukuran zat organik (COD) dilakukan dengan cara zat organik dalam suasana asam dioksidasi oleh KMnO_4 yang kemudian di reduksi oleh asam oksalat berlebih. Kelebihan asam oksalat dititrasi kembali oleh larutan KMnO_4 . Metode yang digunakan adalah titrasi permanganometri (KMnO_4 , H_2SO_4 dan asam oksalat) (Day R.A., Underwood, 1996).

Pengukuran Kesadahan Total, Ca dan Mg

Pengukuran kesadahan total, Ca dan Mg dilakukan dengan metode titrasi kompleksometri EDTA dengan indikator EBT pada kondisi larutan sampel pH 10 untuk kesadahan total dan indikator MTB pada kondisi larutan sampel pH

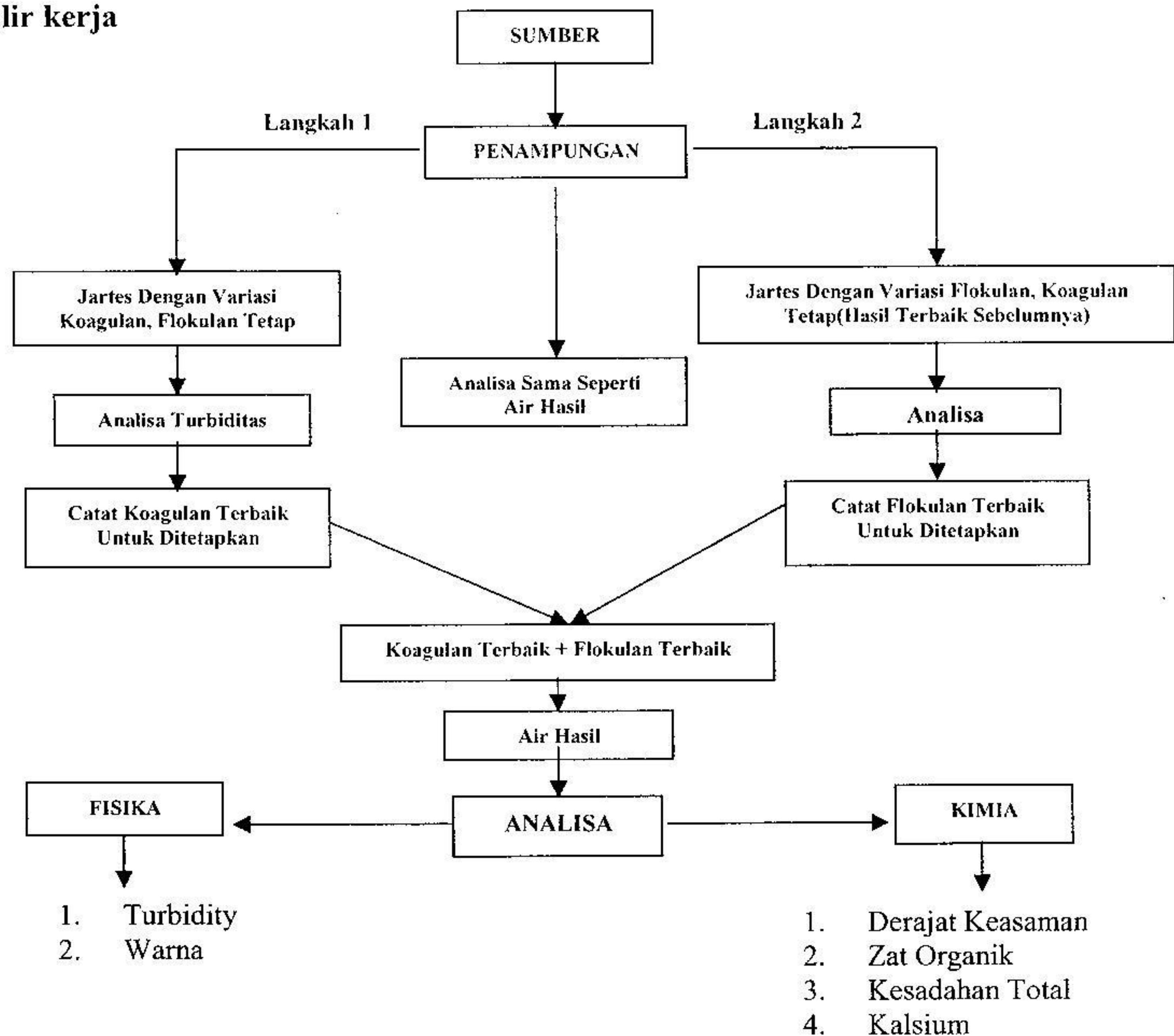
10 untuk kesadahan Ca^{2+} (Day R.A., Underwood, 1996).

Kesadahan Mg = Kesadahan total - Kesadahan Ca^{2+}

Pengukuran Fe dan Mn

Penentuan Fe dan Mn dilakukan dengan menggunakan Spectrophotometer Hach model DR/2010. Prinsip kerjanya adalah Fe^{2+} dioksidasi dalam suasana asam dan panas membentuk senyawa Fe^{3+} , Fe^{3+} membentuk senyawa kompleks dengan 1,10-phenanthrolin berwarna orange yang diukur dengan spektrofotometri UV-vis pada panjang gelombang 510 nm. Sedangkan untuk Mn adalah pembentukan senyawa kompleks berwarna kuning. Pembentukan senyawa kompleks ini akibat reaksi dari Mn dengan asam askorbat (vitamin C), kalium sianida (KCN) dan *formic acid dimethylamida* (PAN) yang kemudian diukur secara spektrofotometri pada panjang gelombang 560 nm (Day R.A., Underwood, 1996).

Bagan alir kerja



Gambar 1. Bagan alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan di PT Indocement Tbk dengan sumber air yang berasal dari sungai Cileungsi diperoleh data sebanyak 10 sampel air baku yang berbeda-beda kualitasnya dan secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kualitas air baku hasil penjernihan

Sampel	Kekeruhan Air Baku (NTU)	Koagulan (ppm)	Flokulan (ppm)	Kekeruhan Air Hasil (NTU)
1	21.0	150	0.3	1.04
2	14.6	180	0.2	1.09
3	17.6	190	0.2	1.15
4	23.9	170	0.3	0.98
5	215	230	0.3	1.03
6	196	230	0.3	1.17
7	30.1	200	0.1	0.93
8	62.1	190	0.1	1.12
9	30.9	170	0.1	1.05
10	13.5	140	0.0	0.97

Penambahan *Polyamoniunchloride* (PAC) sebagai koagulan dan penambahan *polyacrylamide* (PAA) sebagai flokulan terhadap air baku menghasilkan nilai kekeruhan air hasil yang secara umum masih memenuhi standar kualitas air bersih sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 416/MENKES/ PER/IX/1990.

Penambahan PAC berkisar antara 140 ppm sampai dengan 230 ppm dan penambahan PAA berkisar antara 0 ppm sampai dengan 0,3 ppm. Pada kondisi tertentu penambahan PAA adalah 0 ppm. Ini mengindikasikan bahwa penambahan flokulan tidak selalu memberikan air hasil yang baik karena pembentukan flok yang terlalu besar mengakibatkan flok-flok tersebut mengapung pada permukaan dan badan air sehingga menjadikan air menjadi keruh (Elida N, 2004).

Derajat kekeruhan

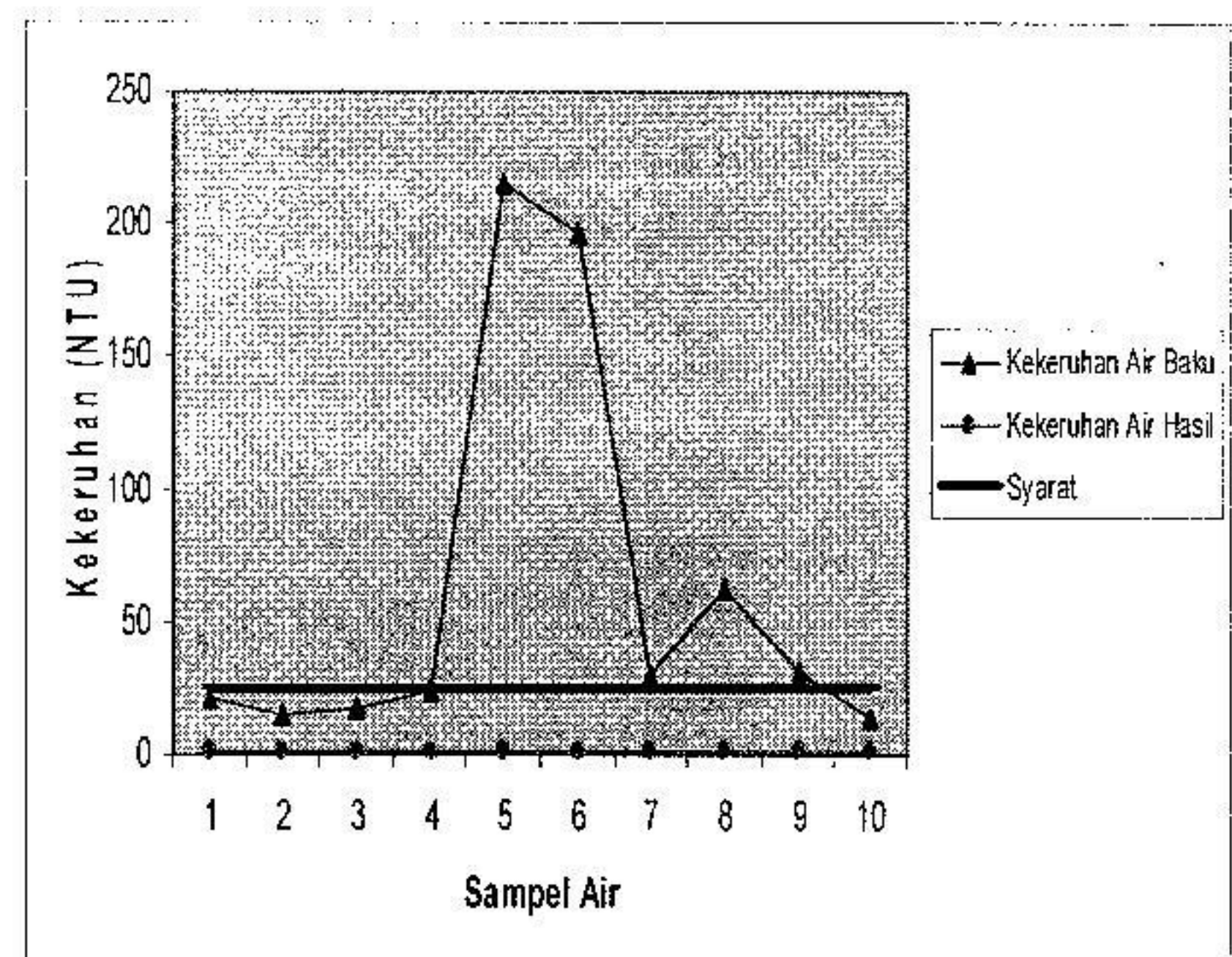
Kekeruhan merupakan parameter yang harus selalu diukur untuk mengetahui efektivitas proses koagulasi-flokulasi. Nilai kekeruhan dari air baku dapat dilihat pada Tabel 2. Nilai kekeruhan yang bervariasi disebabkan oleh kondisi air sungai yang sangat dipengaruhi oleh iklim dan cuaca. Pada suatu kasus nilai

kekeruhan mencapai harga ≥ 100 NTU, ini terjadi akibat adanya musim penghujan. Air hujan membawa dan melarutkan material-material ke dalam sungai.

Tabel 2. Nilai kekeruhan air baku dan air hasil

Sampel	Kekeruhan Air Baku (NTU)	Koagulan (ppm)	Flokulan (ppm)	Kekeruhan Air Hasil (NTU)
1	21.0	150	0.3	1.04
2	14.6	180	0.2	1.09
3	17.6	190	0.2	1.15
4	23.9	170	0.3	0.98
5	215	230	0.3	1.03
6	196	230	0.3	1.17
7	30.1	200	0.1	0.93
8	62.1	190	0.1	1.12
9	30.9	170	0.1	1.05
10	13.5	140	0.0	0.97

Dari Tabel 2 di atas dapat dilihat nilai kekeruhan air baku dan air hasil setelah penambahan PAC dan PAA. Penambahan PAC dan PAA dari ke-10 sampel tersebut merupakan penambahan yang optimum dari masing-masing sampel yang berbeda nilai kekeruhannya. Nilai kekeruhan terkecil adalah 13,5 NTU dengan penambahan PAC sebanyak 140 ppm dan penambahan PAA sebanyak 0 ppm atau tanpa penambahan PAA. Sedangkan nilai kekeruhan terbesar adalah 215 NTU dengan penambahan PAC sebanyak 230 ppm dan penambahan PAA sebanyak 0,3 ppm. Penambahan ini juga optimum pada nilai kekeruhan sebesar 196 NTU.



Gambar 2. Grafik kekeruhan air baku dan air hasil

Pada Gambar 2 dapat dilihat perubahan kekeruhan setelah penambahan PAC dan PAA. Pada air baku nilai kekeruhan cenderung berubah-ubah dengan nilai terkecil 13,5 NTU dan nilai terbesar 215 NTU. Perubahan nilai ini disebabkan oleh kondisi air yang sangat dipengaruhi oleh iklim dan cuaca. Pada air hasil pemurnian nilai kekeruhan tidak jauh berbeda yaitu mendekati angka 1 NTU. Angka ini jelas memenuhi standar air bersih yang digunakan PT Indocement Tbk berdasarkan peraturan pemerintah No. 416/MENKES/PER/IX/1990 yaitu 25 NTU.

Penurunan nilai kekeruhan dari air baku menjadi air hasil disebabkan oleh pengikatan zat-zat koloid/zat tersuspensi dalam air oleh bahan kimia koagulan yang dibantu oleh flokulan sebagai pembesar flok yang menghasilkan endapan optimum. Endapan optimum adalah endapan yang dihasilkan tidak mengapung pada permukaan air.

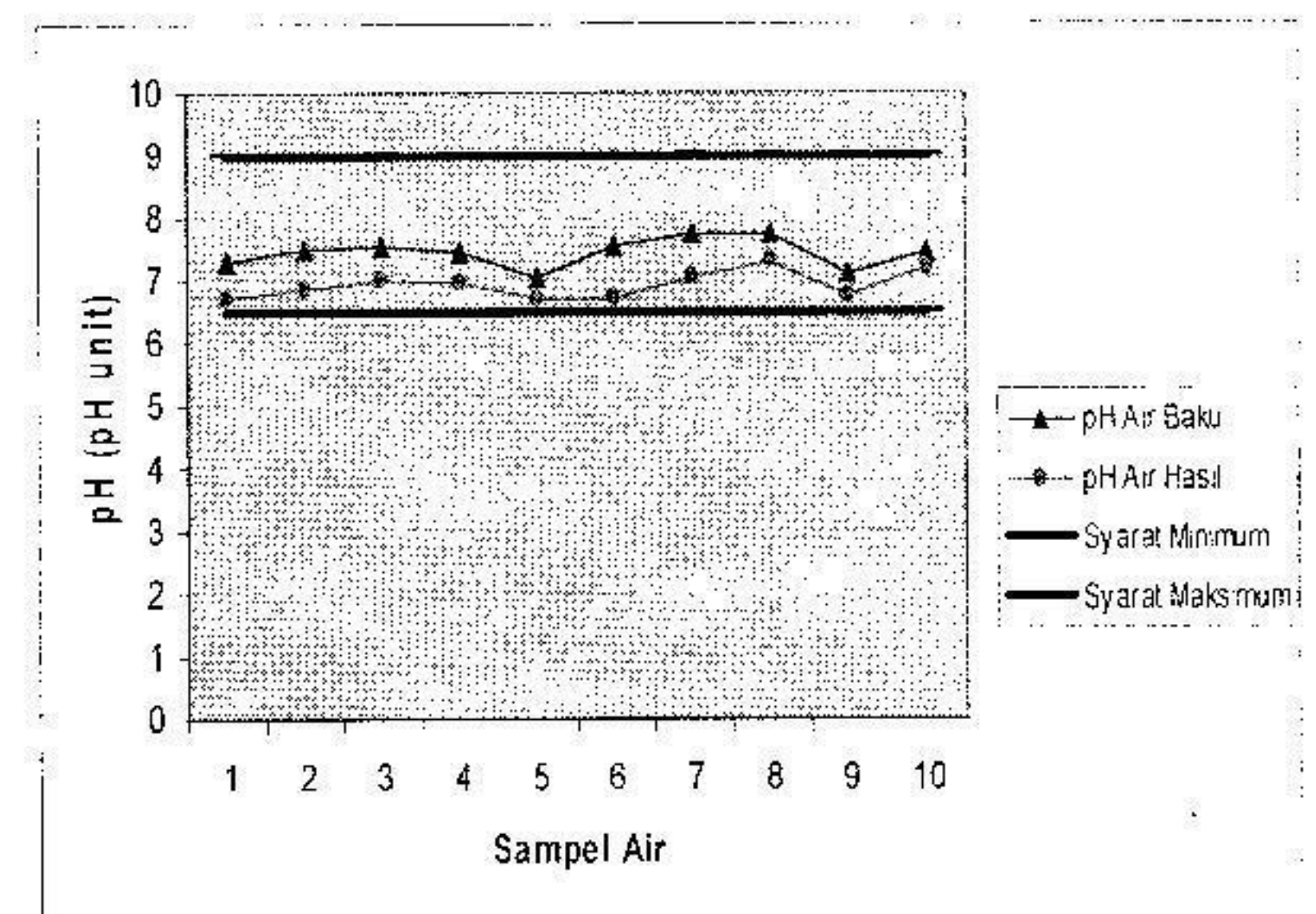
Derajat Keasaman (pH)

Nilai pH suatu perairan mencirikan keseimbangan antara asam dan basa dalam air dan merupakan pengukuran konsentrasi ion hidrogen dalam air. Adanya karbonat dan bikarbonat dapat menaikkan kebasaan air. Sedangkan adanya asam mineral bebas dan asam karbonat dapat menaikkan keasaman air. Keadaan pH suatu perairan sangat penting terhadap kelangsungan makhluk hidup didalamnya mengingat banyak reaksi-reaksi kimia dan biokimia yang penting terjadi pada tingkat pH yang khusus dalam lingkungan pH yang sangat sempit (Achmad, R., 2004).

Tabel 3. Nilai pH air baku dan air hasil

Sampel	pH Air Baku (pH unit)	Koagulan (ppm)	Flokulan (ppm)	pH Air Hasil (pH unit)
1	7.28	150	0.3	6.71
2	7.52	180	0.2	6.83
3	7.55	190	0.2	6.99
4	7.47	170	0.3	6.95
5	7.03	230	0.3	6.69
6	7.55	230	0.3	6.70
7	7.74	200	0.1	7.03
8	7.76	190	0.1	7.29
9	7.11	170	0.1	6.76
10	7.47	140	0.0	7.18

Pada Tabel 3 dapat dilihat nilai pH air baku dan nilai pH air hasil setelah penambahan bahan kimia PAC dan PAA. Nilai pH dari ke-10 sampel air baku bertahan pada angka 7. Nilai ini masih memenuhi standar yang ditetapkan yang berada pada daerah batas syarat minimum dan batas syarat maksimum berdasarkan peraturan pemerintah No. 416/MENKES/PER/IX/1990 yaitu berkisar antara 6,5 – 9. Sama halnya dengan air hasil yang diperoleh setelah penambahan PAC dan PAA yaitu masih berada pada daerah batas syarat minimum dan syarat maksimum. Nilai pH air hasil dari ke-10 sampel bertahan pada angka 6 dan beberapa pada angka 7.



Gambar 3. Grafik pH air baku dan air hasil.

Setelah melihat data hasil dalam Tabel 3 dan Gambar 3 secara umum pH mengalami penurunan dari air baku menjadi air produk. Hal ini disebabkan terdapatnya ion hidrogen bebas (H^+) yang dihasilkan dari reaksi hidrolisis yaitu ketika koagulan bereaksi dengan air. Maka semakin banyak koagulan yang digunakan maka penurunan pH akan semakin tinggi.

Warna

Air minum dan air bersih sebaiknya tidak berwarna, hal ini untuk mencegah keracunan dari berbagai zat kimia maupun mikroorganisme. Warna menjadi salah satu parameter penting dalam menentukan tingkat pencemaran suatu air dan dalam proses koagulasi-flokulasi nilai warna dapat diturunkan. Koagulasi-flokulasi merupakan proses yang bertujuan untuk menjernihkan air dengan

mengendapkan padatan tersuspensi yang terdapat pada air sehingga senyawa- senyawa dalam air yang menyebabkan warna akan terendapkan oleh proses koagulasi-flokulasi.

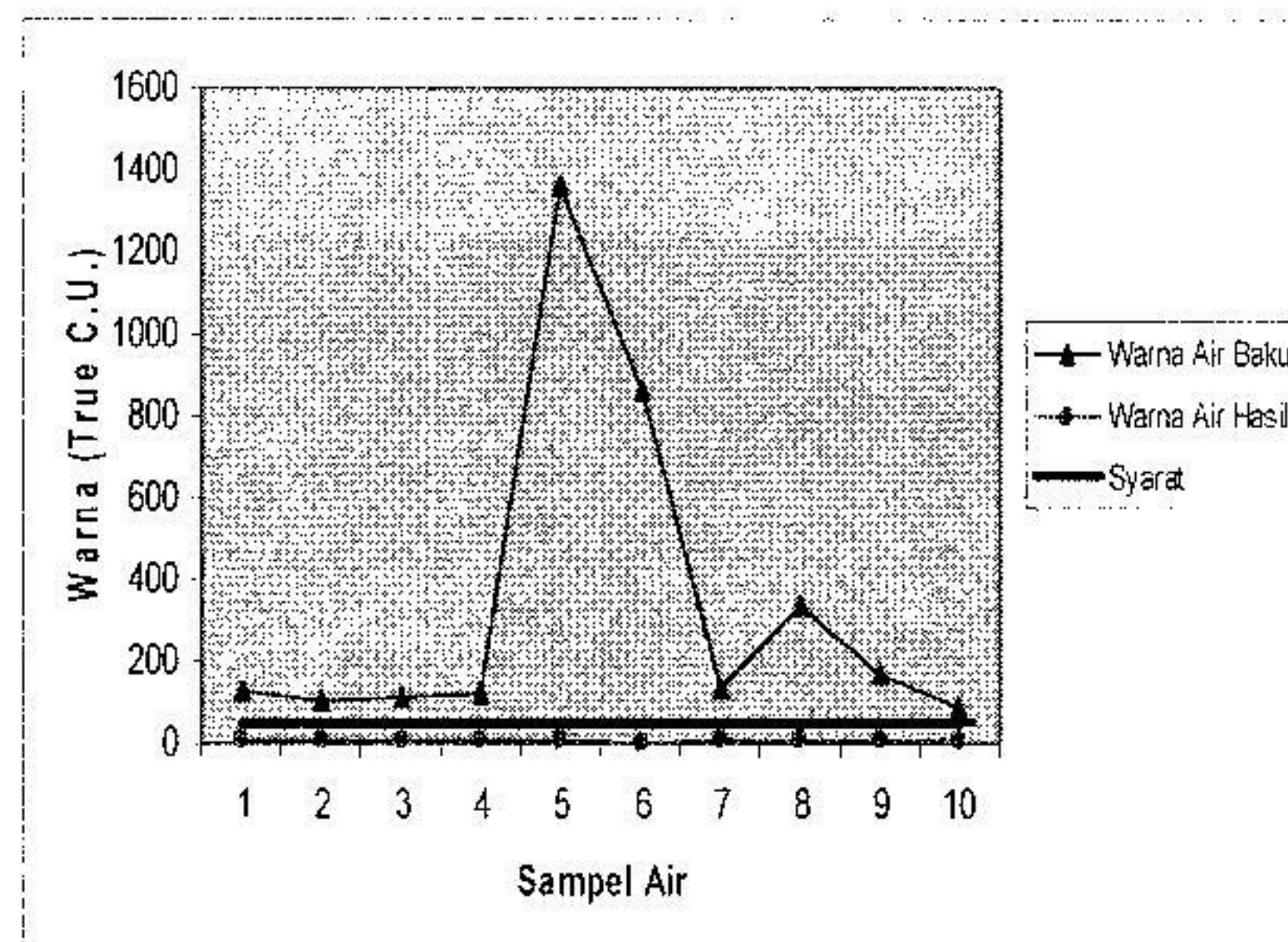
Tabel 4. Nilai warna air baku dan air hasil

Sampel	Warna Air Baku (True.C.U)	Koagulan (ppm)	Flokulan (ppm)	Warna Air Hasil (True.C.U)
1	129	150	0.3	9
2	105	180	0.2	8
3	114	190	0.2	12
4	123	170	0.3	9
5	1360	230	0.3	6
6	865	230	0.3	3
7	134	200	0.1	7
8	336	190	0.1	8
9	168	170	0.1	8
10	87	140	0.0	12

Dari Tabel 4 dapat dilihat nilai warna air baku dan nilai warna air hasil setelah penambahan bahan kimia PAC dan PAA. Nilai warna berbanding lurus dengan nilai kekeruhan, semakin tinggi nilai warna maka semakin tinggi pula nilai kekeruhannya. Nilai warna air baku dari ke-10 sampel berkisar antara 87 True.C.U sampai dengan 1360 True C.U. Sedangkan nilai warna air hasil berkisar antara 3 True C.U sampai dengan 12 True C.U. Pada penetapan dosis terbesar yaitu penambahan PAC dan PAA masing-masing sebesar 230 ppm dan 0,3 ppm mampu menurunkan nilai warna dari 1360 True C.U menjadi 6 True C.U dan dari 865 True C.U menjadi 3 True C.U. Sedangkan pada penetapan dosis terkecil yaitu penambahan PAC dan PAA masing-masing 140 ppm dan 0 ppm mampu menurunkan nilai warna dari 87 True.C.U menjadi 12 True C.U. Air hasil dengan nilai warna paling baik (nilai warna kecil) berada pada penetapan dosis PAC dan PAA masing-masing 230 ppm dan 0,3 ppm yang menghasilkan nilai warna sebesar 3 True C.U.

Nilai warna berdasarkan standar yang digunakan yaitu menurut peraturan pemerintah No. 416/MENKES/PER/IX/1990 adalah 50 True C.U. Pada Gambar 12 dapat dilihat bahwa nilai warna dari air baku tidak memenuhi syarat dari peraturan pemerintah No. 416/MENKES/PER/IX/1990. Setelah penambahan PAC dan PAA secara keseluruhan

nilai warna mengalami penurunan menjadi nilai yang memenuhi syarat air menurut peraturan pemerintah No. 416/MENKES/PER/IX/1990 yang berkisar antara 3 True.C.U sampai dengan 12 True.C.U.



Gambar 4. Grafik warna air baku dan air hasil

Zat organik

Zat organik dalam air menandakan kelimpahan sumber makanan bagi mikroorganisme dalam perairan. Semakin tinggi nilai zat organik dalam air maka semakin banyak jumlah mikroorganisme yang hidup di dalamnya. Zat organik adalah salah satu parameter penting yang diukur untuk mengetahui kualitas air yang bersih (Fardiaz S., 1992).

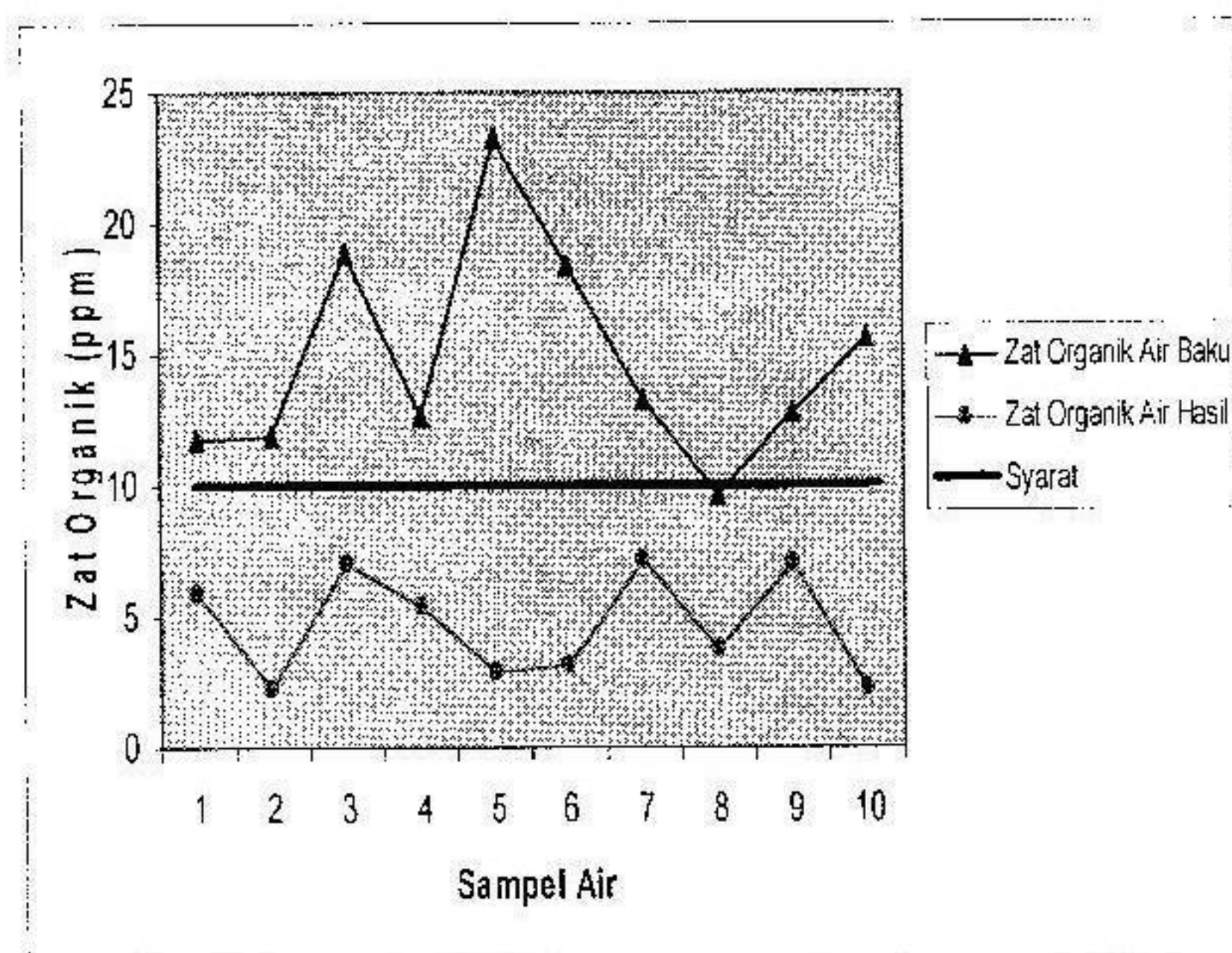
Pada Tabel 5 dapat dilihat nilai zat organik air baku dan nilai zat organik air hasil setelah penambahan PAC dan PAA. Nilai zat

Tabel 5. Nilai zat organik air baku dan air hasil

Sampel	Zat Organik Air Baku (ppm)	Koagulan (ppm)	Flokulan (ppm)	Zat Organik Air Hasil (ppm)
1	11.75	150	0.3	5.87
2	11.91	180	0.2	2.31
3	18.87	190	0.2	6.95
4	12.68	170	0.3	5.40
5	23.3	230	0.3	2.93
6	18.41	230	0.3	3.08
7	13.30	200	0.1	7.11
8	9.64	190	0.1	3.79
9	12.79	170	0.1	6.95
10	15.64	140	0.0	2.31

organik air baku berkisar antara 9,64 ppm sampai dengan 18,87 ppm sedangkan nilai zat organik air hasil berkisar antara 2,31 ppm sampai dengan 6,95 ppm. Air hasil dengan nilai zat organik paling baik (nilai zat organik kecil) yaitu berada pada penetapan dosis PAC dan PAA masing-masing 180 ppm dan 0,2 ppm; dan 140 ppm dan 0,0 ppm yaitu sebesar 2,31 ppm.

Syarat dari nilai zat organik berdasarkan peraturan pemerintah no. 416/MENKES/PER/IX/1990 adalah maksimum 10 ppm. Pada Gambar 5 terlihat secara jelas antara kandungan zat organik air baku dan kandungan zat organik air hasil.



Gambar 5. Grafik zat organik air baku dan air hasil

Nilai dari zat organik dalam air turun setelah adanya proses koagulasi-flokulasi. Zat organik pada umumnya tersusun atas unsur-unsur C, H dan O dan dalam beberapa hal

mengandung N, S, P. Unsur-unsur ini membentuk senyawa koloid dalam air sehingga dengan adanya proses koagulasi flokulasi unsur-unsur tersebut terendapkan (Vigneswaran, S., *et.al.*, 1995).

Kesadahan

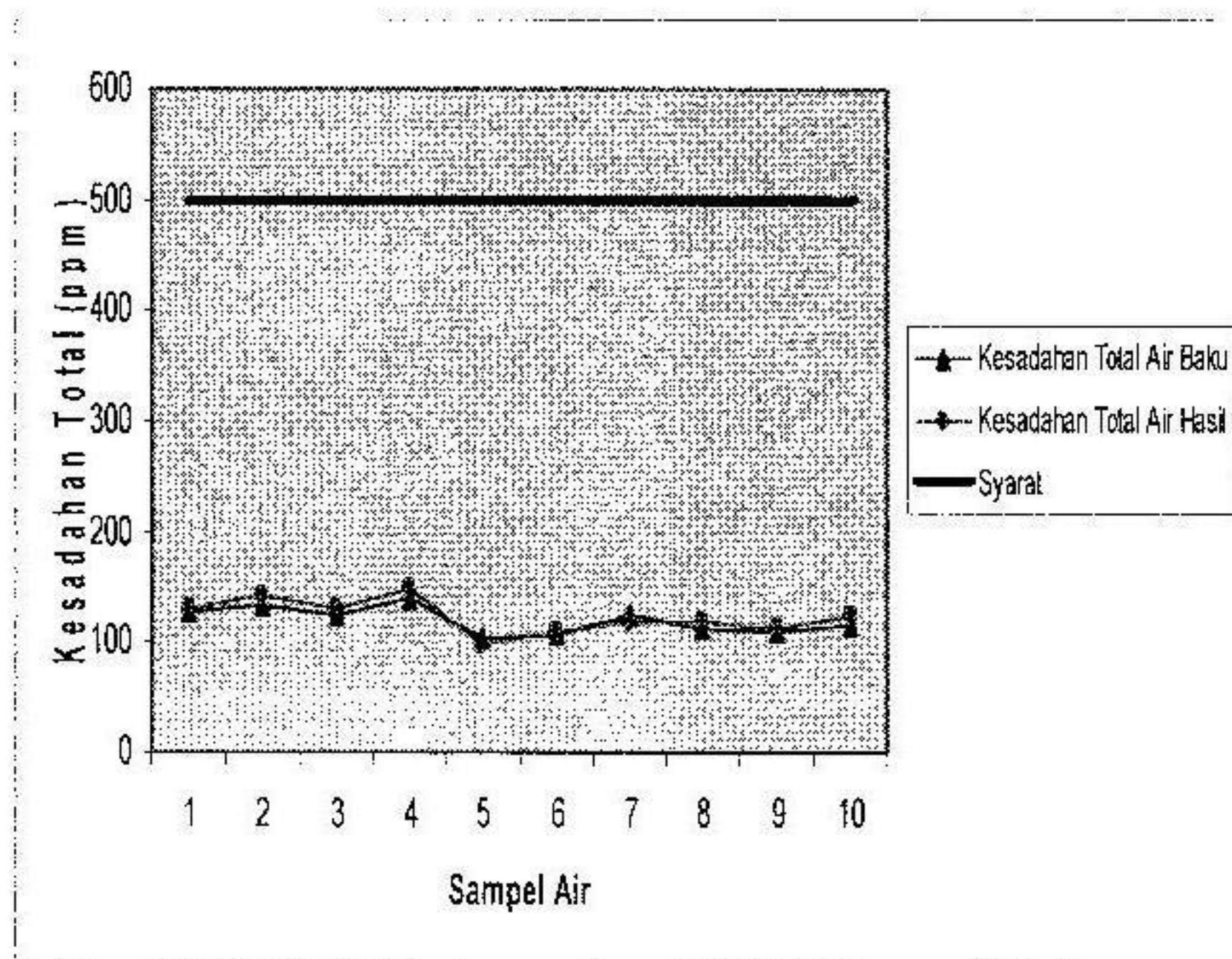
Kesadahan dalam air sangat tidak diinginkan karena dapat menimbulkan kerak pada logam. Dalam industri kesadahan yang tinggi dapat merusak alat-alat produksi sehingga keberadaannya ditekan sekecil mungkin.

Pada Tabel 6 dapat dilihat nilai kesadahan total, Ca dan Mg dari air baku dan air hasil setelah penambahan PAC dan PAA. Nilai kesadahan total air baku berkisar antara 103 ppm sampai dengan 140 ppm, nilai kesadahan Ca air baku berkisar antara 32,0 ppm sampai dengan 44,8 ppm dan nilai kesadahan Mg berkisar antara 3,40 ppm sampai dengan 7,29 ppm. Penetapan dosis PAC dan PAA yang paling baik untuk kesadahan total adalah pada penambahan masing-masing 230 ppm dan 0,3 ppm yang memperoleh nilai kesadahan total air hasil terkecil yaitu sebesar 98 ppm. Pada kesadahan Ca penetapan dosis PAC dan PAA yang paling baik adalah masing-masing 230 ppm dan 0,3 ppm yang memperoleh nilai kesadahan Ca air hasil sebesar 34,4 ppm. Pada kesadahan Mg penetapan dosis PAC dan PAA yang paling baik adalah masing-masing 150 ppm dan 0,3 ppm yang memperoleh nilai kesadahan Mg air hasil sebesar 2,43 ppm.

Tabel 6. Nilai kesadahan total, Ca dan Mg air baku dan air hasil.

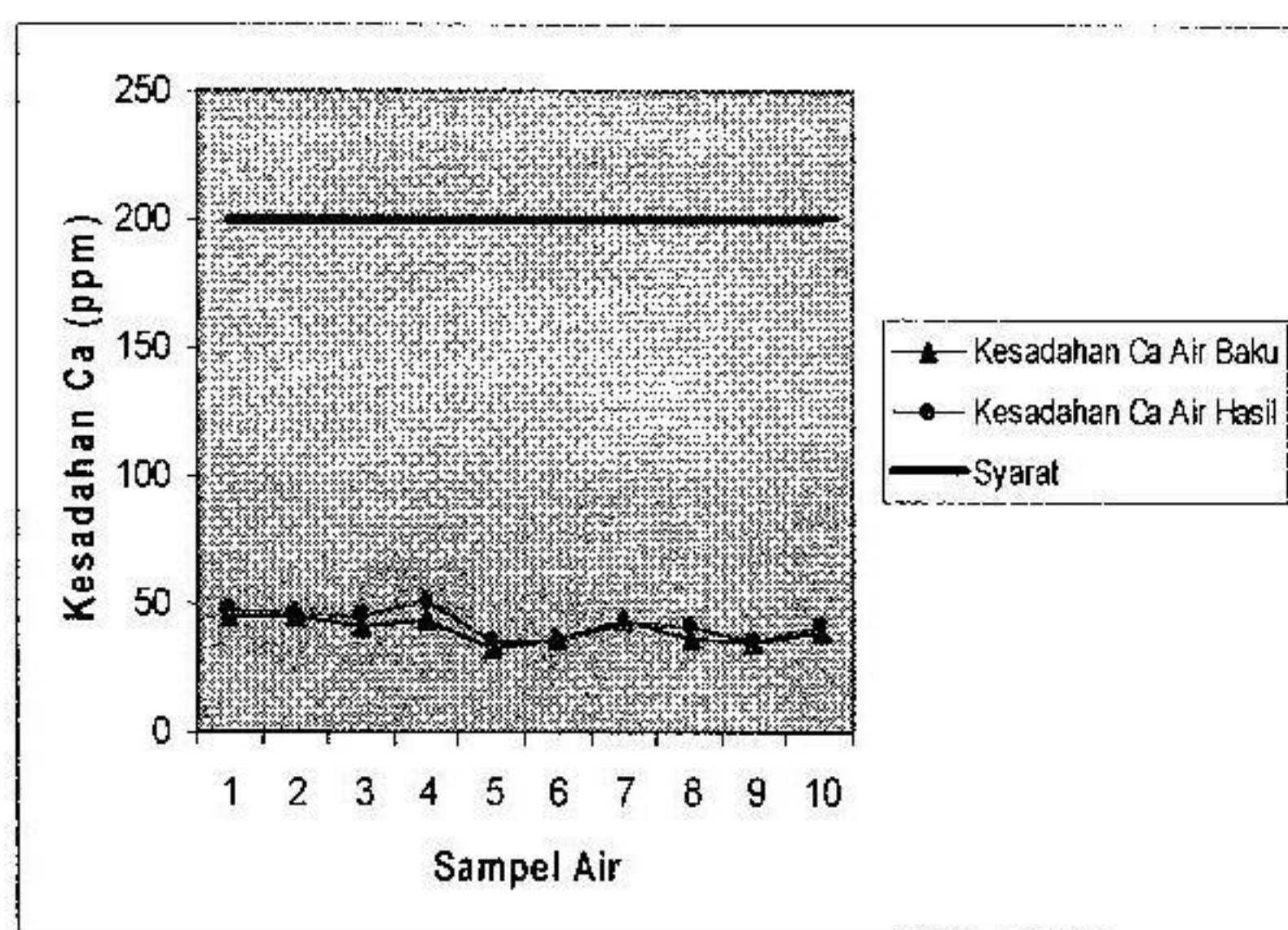
Sampel	Kesadahan Air Baku (ppm)			Koagulan (ppm)	Flokulan (ppm)	Kesadahan Air Hasil (ppm)		
	Total	Ca ²⁺	Mg ²⁺			Total	Ca ²⁺	Mg ²⁺
1	128	44.8	3.89	150	0.3	130	48.0	2.43
2	134	45.6	4.86	180	0.2	142	46.4	6.32
3	124	41.6	4.86	190	0.2	130	44.8	4.37
4	140	44.0	7.29	170	0.3	148	51.2	4.86
5	103	32.0	5.59	230	0.3	98	34.4	2.92
6	108	36.0	4.37	230	0.3	110	34.4	5.83
7	124	44.0	3.40	200	0.1	120	42.4	3.40
8	112	36.0	5.35	190	0.1	120	41.2	4.13
9	110	35.2	5.35	170	0.1	112	35.2	5.83
10	116	38.8	4.62	140	0.0	126	41.6	5.35

Pada nilai kesadahan total baik air baku maupun air produk sama-sama menempati nilai aman, artinya air baku dan air hasil memenuhi nilai standar berdasarkan peraturan pemerintah no. 416/MENKES/PER/IX/1990 yaitu maksimum 500 ppm dalam bentuk senyawa CaCO_3 yang dapat dilihat pada Gambar 6.



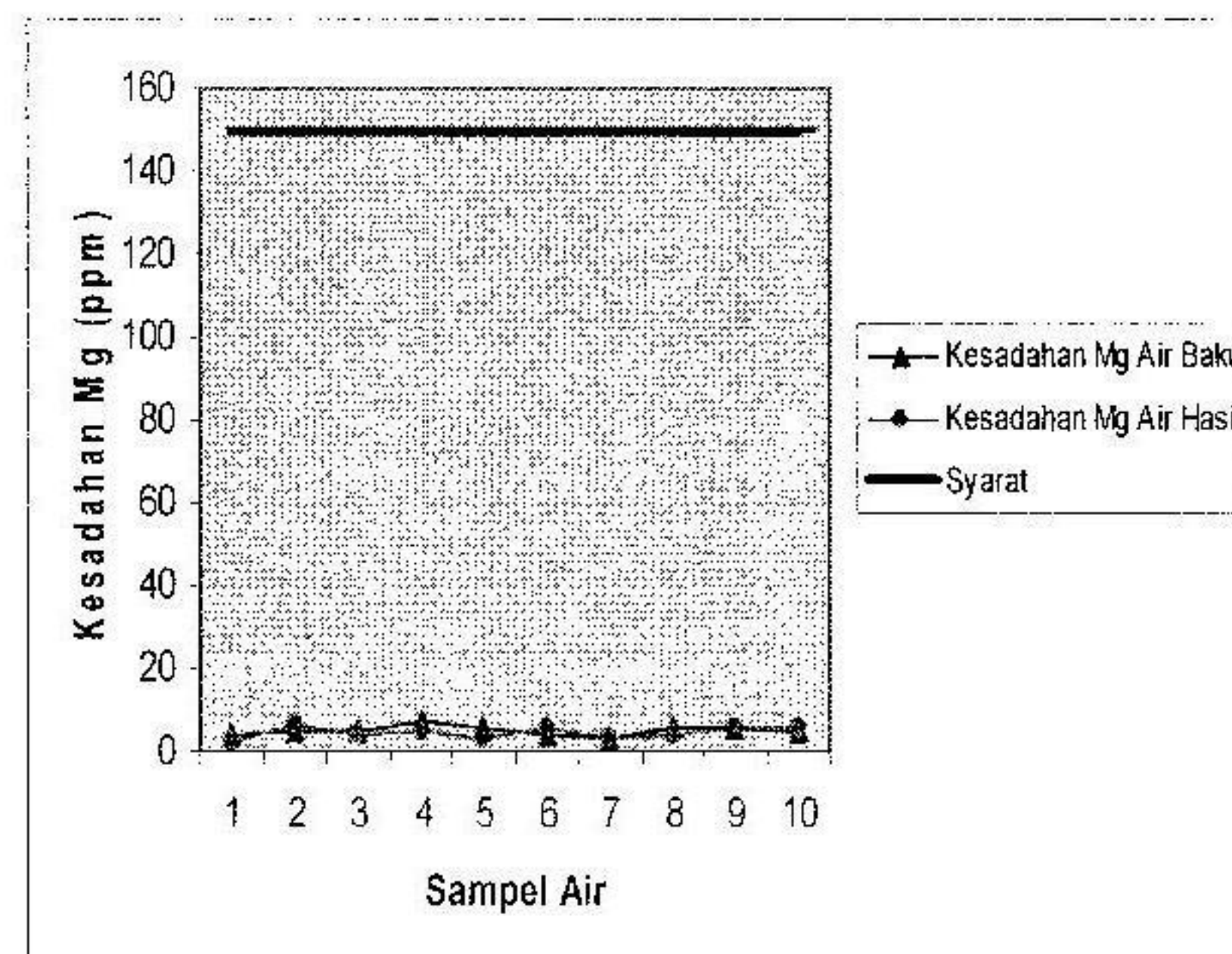
Gambar 6. Grafik kesadahan total air baku dan air hasil

Nilai kesadahan Ca berdasarkan peraturan pemerintah no. 416/MENKES/PER/IX/1990 adalah maksimum 200 ppm. Nilai kesadahan Ca air baku dan air hasil setelah penambahan PAC dan PAA memenuhi standar berdasarkan peraturan pemerintah no. 416/MENKES/PER/IX/1990. Nilai ini dapat dilihat pada Gambar 7



Gambar 7. Grafik kesadahan Ca air baku dan air hasil

Sama halnya seperti kesadahan total dan kesadahan Ca nilai dari kesadahan Mg baik air baku maupun air hasil memenuhi standar berdasarkan peraturan pemerintah no. 416/MENKES/PER/IX/1990 yaitu maksimum 150 ppm. Hasil ini dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik kesadahan Mg air baku dan air hasil

Dari data hasil yang diperoleh nilai dari kesadahan baik kesadahan total (CaCO_3), kesadahan Ca maupun kesadahan Mg air baku dan air produk memiliki nilai yang memenuhi standar air bersih menurut peraturan pemerintah no. 416/MENKES/PER/IX/1990. Nilai kesadahan dari air baku menjadi air hasil cenderung mengalami kenaikan ini disebabkan karena pengaruh dari pemberian bahan kimia koagulan. karena pembuatan koagulan PAC secara pabrikasi dibuat dengan proses pembasaan yaitu menambahkan senyawa CaOH (kapur).

Besi (Fe)

Dalam lingkungan perairan keberadaan besi yang terlalu banyak sangat tidak diinginkan karena dapat menimbulkan bekas karat pada alat-alat industri dan alat-alat rumah tangga. Pada air minum pun keberadaan besi yang terlalu banyak dapat menimbulkan rasa yang tidak enak. Salah satu cara penghilangan besi berlebih dalam perairan adalah dengan cara penambahan bahan kimia PAC sebagai koagulan dan PAA sebagai flokulan. Kandungan Fe

dalam air berada dalam bentuk Fe^{2+} dan Fe^{3+} yang masing-masing bereaksi dengan atom oksigen, hidrogen dan sulfur merupakan suatu senyawa organik. Penambahan koagulan dan flokulan mengikat atom Fe dalam bentuk senyawa organik yang kemudian membentuk endapan. Sehingga penambahan bahan kimia koagulan dan flokulan menurunkan bahkan menghilangkan kandungan Fe dalam air (Elida N., 2004).

Tabel 7. Nilai Fe air baku dan air hasil

Sampel	Fe Air Baku (ppm)	Koagulan (ppm)	Flokulan (ppm)	Fe Air Hasil (ppm)
1	0.87	150	0.3	0.00
2	1.13	180	0.2	0.00
3	0.78	190	0.2	0.32
4	0.73	170	0.3	0.04
5	5.61	230	0.3	0.05
6	2.59	230	0.3	0.12
7	0.84	200	0.1	0.08
8	2.30	190	0.1	0.04
9	1.12	170	0.1	0.00
10	0.85	140	0.0	0.08

Pada Tabel 7 dapat dilihat nilai dari Fe air baku dan air hasil setelah penambahan bahan kimia PAC dan PAA. Nilai Fe dari air baku berkisar antara 0,73 ppm sampai dengan 5,61 ppm. Penetapan dosis PAC dan PAA yang paling baik untuk nilai Fe adalah pada penambahan masing-masing 150 ppm dan 0,3 ppm, 180 ppm dan 0,2 ppm serta 170 ppm dan 0,1 ppm yang memperoleh nilai Fe terkecil yaitu sebesar 0,00 ppm.

Nilai kandungan Fe air baku mengalami penurunan setelah penambahan PAC dan PAA. Nilai Fe dalam air bersih menurut peraturan pemerintah no. 416/MENKES/PER/IX/1990 adalah maksimum 1,0 ppm. Air hasil yang diperoleh memiliki kandungan Fe yang memenuhi standar air bersih menurut peraturan pemerintah no. 416/MENKES/PER/IX/1990 yaitu berkisar antara 0,00 ppm sampai dengan 0,32 ppm.

Mangan (Mn)

Penambahan PAC sebagai koagulan dan PAA sebagai flokulan menurunkan nilai Mn dalam air. Ini disebabkan karena Mn dalam air

bercaksi dengan atom oksigen membentuk senyawa MnO_2 . Senyawa ini terikat sebagai senyawa organik dalam air. Dengan penambahan PAC dan PAA senyawa organik tersebut terikat melalui ikatan hidrogen dan membentuk endapan lumpur.

Tabel 8. Kadar Mn air baku dan air hasil

Sampel	Mn Air Baku (ppm)	Koagulan (ppm)	Flokulan (ppm)	Mn Air Hasil (ppm)
1	0.136	150	0.3	0.077
2	0.159	180	0.2	0.081
3	0.126	190	0.2	0.054
4	0.141	170	0.3	0.061
5	0.344	230	0.3	0.014
6	0.180	230	0.3	0.044
7	0.117	200	0.1	0.054
8	0.211	190	0.1	0.090
9	0.175	170	0.1	0.103
10	0.219	140	0.0	0.216

Dari Tabel 8 di atas dapat dilihat kadar Mn air baku dan air hasil setelah setelah penambahan bahan kimia PAC dan PAA. Nilai Mn dari air baku berkisar antara 0,117 ppm sampai dengan 0,344 ppm. Penetapan dosis PAC dan PAA yang paling baik untuk nilai Mn adalah pada penambahan masing-masing 230 ppm dan 0,3 ppm yang memperoleh nilai Mn terkecil yaitu sebesar 0,014 ppm.

Batas syarat nilai Mn dalam air berdasarkan peraturan pemerintah No. 416/MENKES/PER/IX/1990 yaitu maksimum 0,5 ppm. Dari Tabel 8 dapat dilihat bahwa kandungan Mn air baku sudah memenuhi standar air bersih berdasarkan peraturan pemerintah no. 416/MENKES/PER/IX/1990. Begitu juga dengan nilai Mn dalam air hasil telah memenuhi standar air bersih berdasarkan peraturan pemerintah no. 416/MENKES/PER/IX/1990 yang berkisar antara 0,014 ppm sampai dengan 0,216 ppm.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai kekeruhan terkecil air baku adalah 13,5 NTU dengan pemakaian koagulan dan flokulan sebesar 140 ppm dan 0 ppm (tanpa penambahan flokulan) sedangkan nilai kekeruhan air baku terbesar adalah 215 NTU dengan pemakaian koagulan dan flokulan sebesar 230 ppm dan 0,3 ppm.
2. Nilai tersebut menunjukkan optimasi penggunaan koagulan dan flokulan dan hasilnya telah sesuai dengan standar air bersih berdasarkan peraturan pemerintah No. 416/MENKES/PER/IX/1990.

DAFTAR PUSTAKA

1. Achmad, Rukaesih., 2004. *Kimia Lingkungan*. Andi Yogyakarta. Yogyakarta.
2. Alaert, G dan Santika, S.S., 1987. *Metoda Penelitian Air*. Usaha Nasional. Surabaya.
3. Day, R.A dan A.L. Underwood. 1996. *Analisis Kimia Kuantitatif*. Edisi Ke-empat Erlangga. Jakarta.
4. Eckenfelder, W.W., 1989. *Industrial Water Pollution Control, Secong Edition*. Mc Graw Hill. New York.
5. Elida N. 2004. *Optimasi Proses Koagulasi Flokulasi Pada Limbah Cair Yang Mengandung Melanoidin*. Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
6. Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Kanisius. Yogyakarta
7. Peraturan Pemerintah No. 416/MENKES/PER/IX/1990, Standar Kualitas Air untuk Kegiatan Industri dan Pertanian.
8. Sugiharto., 1987. *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*. UI Press. Jakarta.
9. Suriansyah, dkk. 2005. *Karakteristik Kualitas Air PDAM Kabupaten Banjar Hasil Pengolahan Dari Air Permukaan Dan Air Sumur Dalam*. Pascasarjana Program Studi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru.
10. Vigneswaran, S and C. Visvanathan., 1995. *Water Treatment Process*. Simple Option CRC Press. New York.