

## KARAKTERISTIK KEKERUHAN AIR BAKU DAN SETTING PARAMETER PROSES MIXING POMPA AIR BERSIH REGIONAL BANJARBAKULA

Mastiadi Tamjidillah<sup>1\*</sup>, Muhammad Nizar Ramadhan<sup>1</sup>,  
Muhammad Farouk Setiawan<sup>1</sup>, Jerry Iberahim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>.Program Studi Teknik Mesin FT ULM Banjarbaru, Indonesia

\*Corresponding author: [mastiadit@ulm.ac.id](mailto:mastiadit@ulm.ac.id)

**Abstrak.** Kualitas dan kuantitas air bersih (*fresh water*) dimanapun baik perkotaan dan pedesaan sangat penting karena air merupakan kebutuhan utama kehidupan masyarakat. Ketersediaan air bersih diperlukan untuk memenuhi kebutuhan yang akan datang, sehingga regional BANJARBAKULA (Kota Banjarmasin, Kota Banjarbaru, Kab. Banjar, Kab. Barito Kuala dan Kab. Tanah Laut) IPA Pinus, Sungai Martapura, Sungai Tabuk, Tabanio, Bati-bati, Rantau Badauh, Sungai Barito dan Aliran Irigasi Riam Kanan merencanakan sistem penyediaan air minum (SPAM) yang terintegrasi. Pengolahan air bersih pada proses mixing berdasarkan input air baku diperlukan untuk mendapatkan model optimum proses pencampuran air baku dan *poly aluminium chloride* (PAC) dan stroke pompa untuk komposisi setting yang sesuai setiap campuran tersebut.. Karakteristik kualitas setiap sumber air baku tiap daerah dalam regional tersebut diketahui model setting parameter yang optimum dengan desain eksperimen proses pencampuran air baku 5 lt/det, 10 lt/det, 15 lt/det, 20 lt/det dan 25 lt/det dan % konsentrasi PAC 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm dan 25 ppm dengan stroke pompa 5 %, 10 %, 15%, 20% dan 25 %. untuk mendapatkan tingkat kekeruhan < 5 NTU sesuai standar kesehatan.

**Kata kunci :** air bersih, parameter, kekeruhan, pengolahan, pencampuran

### 1. PENDAHULUAN

Dalam rangka memenuhi ketersediaan air baku dan pencapaian target Milenium Development Goals (MDGs). Pimpinan di daerah 5 (Lima) Kabupaten/Kota Provinsi Kalimantan Selatan Kota Banjarmasin, Kota Banjarbaru, Kabupaten Banjar, Kabupaten Barito Kuala dan Kabupaten Tanah Laut, telah melakukan kesepakatan (MoU) Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) secara regional di Kawasan Strategis Provinsi (KSP) Banjarbakula dan selanjutnya disebut SPAM Regional Banjarbakula. Dengan jumlah penduduk ke lima daerah tersebut sekitar 2 juta jiwa dengan kebutuhan air baku 1500 lt/det maka harus dipastikan ketersediaan air baku yang berkualitas untuk memenuhi kebutuhan regional.

Kuantitas dan kualitas air bersih sangat diperlukan untuk mendukung aktifitas masyarakat yang dinamis, memenuhi kebutuhan air bersih diperlukan ketersediaan yang cukup oleh penyedia air bersih yang memenuhi standar kesehatan. Air baku merupakan bagian dari sumberdaya alam sekaligus juga sebagai bagian dari ekosistem. Kuantitas dan kualitasnya pada lokasi dan waktu tertentu tergantung dan dipengaruhi oleh berbagai hal, berbagai kepentingan dan tujuan. Air baku untuk air bersih ketersediaannya semakin menurun, sehingga air menjadi barang yang sangat diperlukan sebagai sumber kehidupan atau sumber daya alam yang penting bagi kehidupan.

Pemanfaatan air baku dalam pengelolaan pengembangan sistem penyediaan air minum (SPAM), pengelolaan dan penyediaan air bersih (*public water supply*) pada dasarnya memerlukan air yang langsung dapat diminum (*potable water*). Air yang dimaksud harus aman (sehat) dan bagus untuk diminum, tidak berwarna, tidak berbau, dengan rasa yang segar. Air bersih harus mempunyai kualitas baik dengan kriteria secara fisik, kimiawi maupun biologi untuk mencegah timbulnya penyakit. Secara umum persyaratan kualitas air bersih diatur dalam Permenkes No. 82 tahun 2001. Kualitas air menyatakan tingkat kesesuaian air terhadap penggunaan tertentu dalam memenuhi kebutuhan hidup manusia, mulai dari air untuk memenuhi kebutuhan langsung yaitu air minum, mandi dan cuci.

Proses spesifik dalam WTP (*Water Treatment Plant*) adalah proses pencampuran (*mixing*) sumber air baku dari sungai yang asam dan turbidity-nya sangat tinggi diatas 5 NTU, sehingga diperlukan proses penambahan koagulan yang sesuai untuk menurunkan sesuai standar air bersih. Secara konvensional penambahan variasi koagulan dengan metode *jartest* dilakukan pada proses penurunan turbidity (Roussy, 2005) untuk mengetahui estimasi dosis koagulan juga dilakukan dengan menggunakan metode *genetic algorithm* untuk mencari pendekatan antara parameter kualitas air dengan dosis koagulan yang lebih efisien dan ekonomis (Cheng, C. T., dkk., 2006). Namun demikian diperlukan usulan metode perbaikan untuk mendesain kualitas air bersih dari awal dengan setting parameter yang mengadopsi metode Taguchi pendekatan green pada proses pencampuran untuk berbagai tingkat kekeruhan (*turbidity*).

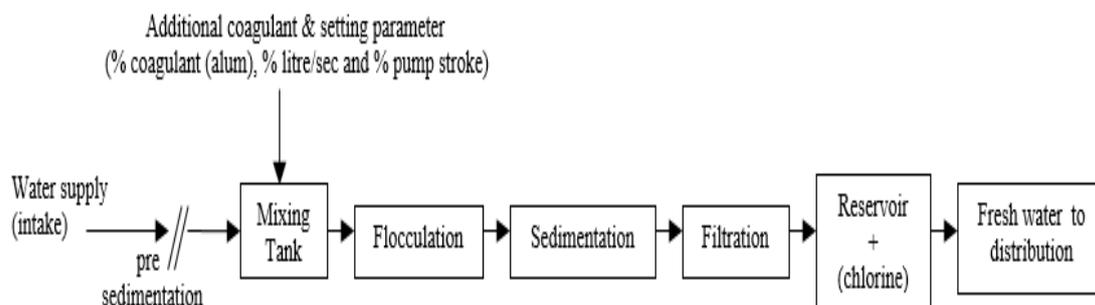
Penurunan kualitas air baku disebabkan beberapa faktor, antara lain disebabkan kenaikan temperatur, sedimentasi dan kandungan organik, (Ling *et al* 2010a, 2010b) (Md Pauzi, 2009) akibat kegiatan pembukaan lahan baru untuk pertanian dan perkebunan di bagian hulu aliran sungai,. Pengaruh kegiatan di hulu sungai mengakibatkan kualitas air baku menurun yang akan digunakan sebagai input proses pengolahan menjadi air bersih. Sehingga dibutuhkan proses pengolahan yang sesuai dengan kondisi tersebut untuk mendapatkan kualitas air bersih yang baik (Schelker, 2012). Untuk mendukung pengolahan air bersih air bersih dengan meminimalisir kekeruhan diperlukan desain parameter untuk mengetahui kombinasi setting yang optimum dari beberapa faktor yang paling berpengaruh terhadap proses pencampuran tersebut. Kualitas air bersih sangat diperlukan oleh konsumen sehingga diperlukan desain parameter yang optimum untuk proses pencampuran air baku yang spesifik tingkat asam dan kekeruhannya.

Berbagai penelitian untuk memperbaiki proses pencampuran dengan berbagai variasi untuk mendapatkan setting yang optimal dengan pendekatan *Green Taguchi* yang meminimasi waste pada proses manufaktur dan menurunkan tingkat kekeruhan sesuai standar kesehatan dan perilaku flock yang melayang selama proses pencampuran. Pada proses mixing terjadi proses koagulasi bertujuan untuk mengurangi kekeruhan, warna dan bau yang melalui proses kimia yang digunakan untuk menghilangkan partikel koloid yang dapat mengganggu lingkungan (Watanabe, 2002 & Russel, 1989)]. Partikel koloid ini tidak dapat mengendap sendiri dan sulit ditangani secara fisik, penambahan koagulan PAC mendestabilisasi partikel sehingga terbentuk mikroflokk. Mikroflokk tersebut kemudian menggumpal menjadi makroflokk yang dapat diendapkan melalui proses flokulasi. Proses penggumpalan tergantung pada waktu dan pengadukan lambat dalam air.

Umumnya periode flokulasi terjadi selama 10-30 menit setelah proses koagulasi, Abu Hassan (2009). Semakin cepat waktu pencampuran maka flokk yang terbentuk semakin besar dengan karakteristik sumber air baku, kondisi pengadukan, waktu flokulasi, koagulan yang dipilih, dan variasi penambahan konsentrasi koagulasi akan mempengaruhi kinerja dari koagulasi, Roussy (2005) dan Amudaa (2007). Penelitian tentang proses pencampuran pada proses mixing sering dilakukan untuk meminimasi waste air bersih (Gomes & Bayo, 2009) yang terdapat dalam proses pencampuran penggunaan tawas atau PAC (*poly aluminium chloride*) sebagai bahan pencampur untuk menjernihkan air mengalami perkembangan, PAC sering digunakan untuk air baku dari sungai, namun demikian untuk air baku dari sungai perlu di pertimbangkan kandungan/komposisi yang berpengaruh pada desain parameter proses pencampuran untuk menurunkan tingkat kekeruhan agar menghasilkan kualitas air minum sesuai standar kesehatan.

## 2. METODE

Pendekatan penelitian yang dipakai adalah kombinasi penelitian deskriptif, survey, desain eksperimen, setting parameter pada proses pencampuran PAC (*poly aluminium chloride*) cair pada proses *mixing* antara PAC, air baku dan *stroke pump* (pompa dosing). Semua tahapan proses pengolahan air bersih diidentifikasi dan diketahui karakteristik sumber air baku. Demikian juga dengan setting parameter yang diusulkan untuk mendapatkan proses *mixing* yang optimum untuk menurunkan tingkat kekeruhan. Bahan penelitian yang digunakan adalah air baku dari sungai sebelum proses *mixing* dan air bersih setelah proses pencampuran, air baku diambil untuk mengetahui parameter fisika berupa warna, kekeruhan dan zat padat terlarut dan parameter kimia seperti pH, daya hantar listrik, Fe dan Mn. Demikian sebaliknya air bersih setelah proses pencampuran juga diketahui parameter fisika dan kimia untuk mengetahui nilai penurunan kekeruhan. Pada gambar 1 di bawah terlihat proses pengolahan air bersih pada proses mixing.



Gambar 1. Proses pengolahan air bersih

Proses manufaktur dan pengolahan air minum harus memperhatikan input air baku yang spesifik, karena aliran sungai mempunyai kandungan dan komposisi yang akan berpengaruh terhadap kualitas air bersih, air baku tersebut dipengaruhi oleh cuaca/musim, dengan melihat input bahan baku yang spesifik. Dengan metode Taguchi digunakan untuk setting parameter untuk memperbaiki kualitas produk air bersih, mengurangi tingkat kekeruhan dengan variasi dosis koagulan, proses pencampuran yang optimum. Sasaran metode ini adalah menjadikan produk air bersih tidak sensitif terhadap noise, sehingga disebut sebagai *robust design*, Ross (1999) seperti konsep di bawah:

1. Kualitas air bersih harus didesain dari awal bukan sekedar memeriksanya.
2. Kualitas terbaik dicapai dengan meminimasi deviasi dari target, produk harus didesain sehingga *robust* terhadap faktor lingkungan yang tidak dapat dikontrol.
3. Biaya kualitas harus diukur sebagai fungsi deviasi dari standart tertentu dan kerugian harus diukur pada seluruh tahapan produk.

Metode ini digunakan untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap suatu respon yang optimum dengan karakteristiknya. Karakteristik kualitas *Smaller The Better* (STB) mengindikasikan bahwa semakin kecil besaran parameter karakteristik, maka kualitas akan semakin baik. *Larger The Better* (LTB) mengindikasikan semakin besar parameter karakteristik, maka kualitas tersebut akan semakin bagus, dan karakteristik kualitas *Nominal The Better* (NTB) mengandung arti bahwa kualitas akan dikatakan semakin baik apabila mendekati nominal (target) yang telah ditetapkan melalui desain parameter dan respon untuk air bersih dengan variasi konsentrasi dan level. Pada gambar 2 di bawah setting parameter dengan karakteristik kualitas sumber air baku pada proses *mixing*.



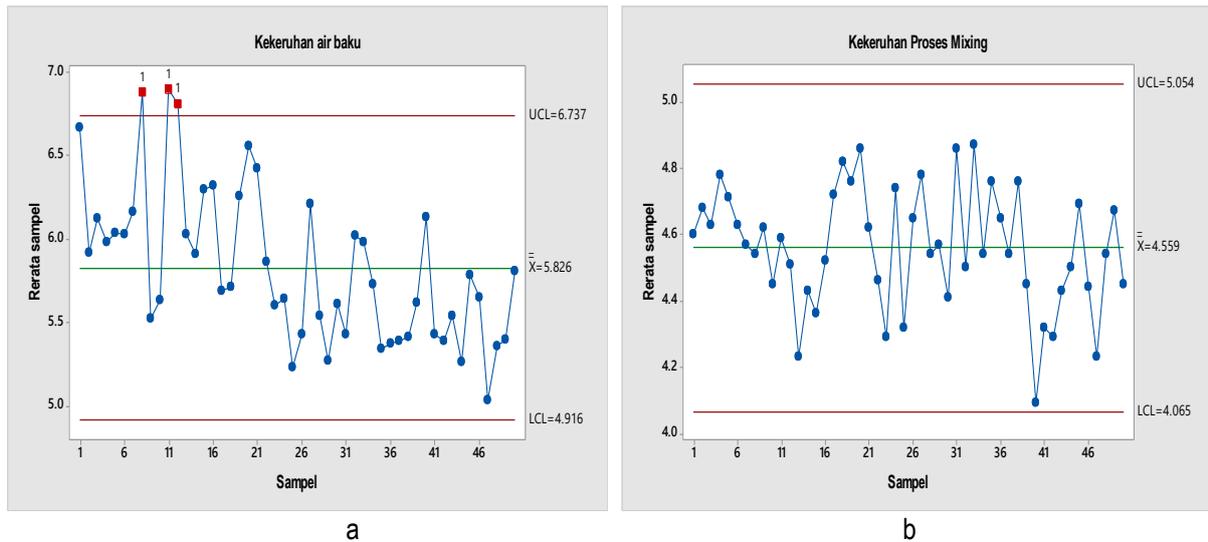
Gambar 2. Setting parameter pada proses *mixing*

Dengan setting parameter pada proses *mixing* pada pengolahan air bersih untuk menurunkan tingkat kekeruhan dengan variasi penambahan koagulan, volume air baku dan langkah pompa. Sifat koagulan yang bermuatan positif tersebut digunakan untuk menarik partikel koloid yang bermuatan negatif membentuk flok yang akan mengendap ke dasar saluran. Dengan menggunakan desain parameter antara air baku (*water supply*), PAC dan *stroke pump* pada proses pencampuran (*mixing*) akan memberikan informasi perbaikan kepada industri air bersih tentang desain parameter yang dapat meningkatkan kualitas, kuantitas dan kontinuitas produksi air bersih.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Karakteristik Air Baku Dengan Peta Kendali

Dengan melihat fungsi air bersih terhadap kebutuhan masyarakat sangat diperlukan, sehingga kualitas air bersih dapat dilihat dengan peta kendali  $\bar{X}$  Shewhart dengan mengembangkan peta kendali  $\bar{X}$  yang dianalisis dengan sistem state untuk melihat sebaran kualitas air baku. Peta kendali dalam penelitian ini termasuk peta kendali variabel untuk mengukur karakteristik kualitas air baku secara kuantitatif (berdasarkan hasil pengukuran). Suatu evaluasi terhadap peta kendali  $\bar{X}$  Shewhart tentang penyesuaian ukuran sampel pada dua state seperti Peta kendali  $\bar{X}$  - R. Untuk pengolahan peta kendali kekeruhan (*turbidity*) pada sumber air baku dilakukan pengukuran terhadap kekeruhan. Dalam beberapa pengambilan sampel parameter yang berpengaruh pada kualitas air sumber air dari sungai yang spesifik ter intrusi air rawa, maka faktor kekeruhan menjadi yang paling berpengaruh. Pada gambar 3 di bawah terlihat karakteristik kekeruhan air baku dan kekeruhan proses *mixing*.

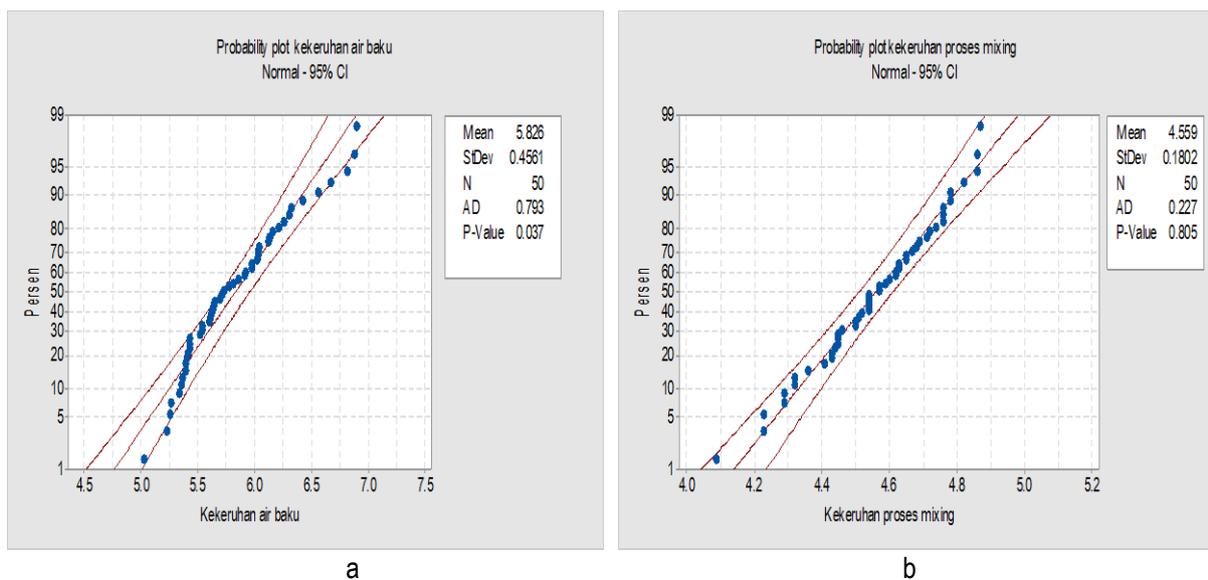


Gambar 3. Karakteristik kekeruhan, air baku (a) dan proses mixing (b)

Pada gambar 3 (a) di atas terlihat ada 3 sampel keluar dari batas atas (terlalu tinggi nilai kekeruhan), juga masih banyak sampel kekeruhan di atas 5 NTU (nephelometric turbidity unit) sesuai standar kesehatan. Dengan setting parameter pada proses mixing berbagai variasi penambahan koagulan terlihat nilai kekeruhannya di bawah 5 NTU telah memenuhi standar kesehatan.

### 3.2 Karakteristik Distribusi Kekeruhan

Level kekeruhan air baku dengan rerata 5,826 NTU (gambar 3a) dan penurunan kekeruhan proses mixing dengan rerata 4,559 NTU (gambar 3b) dengan bertambahnya level konsentrasi koagulan, namun fluktuasi tersebut mendekati distribusi normal seperti diperlihatkan pada gambar 4 di bawah. Variasi kekeruhan air baku dipengaruhi oleh kondisi downstream sungai, cuaca dan lingkungan hutan, sedangkan penurunan kekeruhan pada proses mixing akibat setting parameter koagulan, semakin tinggi ppm koagulan maka kekeruhan akan berkurang sampai mencapai *concentration level* yang optimum pada level medium.



Gambar 4. Probabilitas normal, air baku (a) dan proses mixing (b)

### 3.3 Desain Parameter Metode Taguchi

Dengan melihat karakteristik input air baku pada gambar 3 dan gambar 4 di atas yang mempengaruhi proses mixing untuk penurunan turbidity dengan penambahan variasi koagulan dengan setting parameter metode Taguchi dengan Low level (5-10 ppm), medium level (11-15 ppm) dan high level (16-20 ppm) seperti tabel 1 dan 2 di bawah. Sehingga setting parameter dilakukan untuk mendapatkan setting yang optimum pada proses mixing.

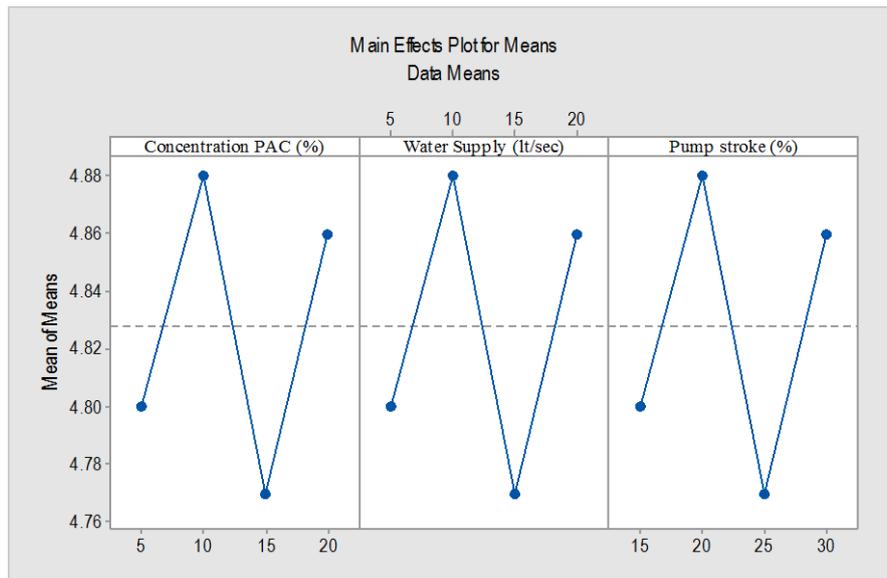
Tabel 1. Parameter respon

Respon	Respon Perbaikan Kualitas air bersih
Konsentrasi PAC (% ppm)	Air bersih

Tabel 2. Level faktor

Parameter	Code	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4
Conc.PAC (% ppm)	A	5	10	15	20
Water supply (lt/sec)	B	5	10	15	20
Pump stroke (%)	C	15	20	25	30

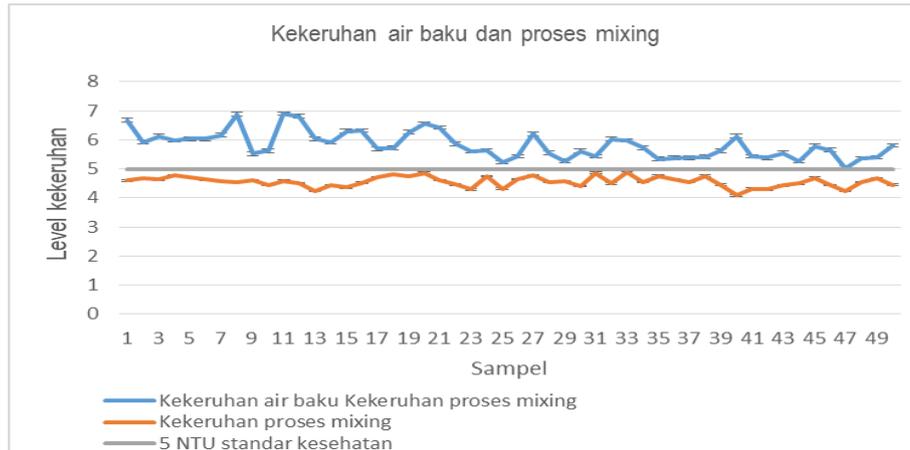
Perubahan level konsentrasi koagulan PAC dimulai dari *low level*, *medium level* dan *high level* bersamaan dengan setting air baku dan langkah pompa. Penurunan tingkat kekeruhan terlihat lebih baik dengan naiknya level konsentrasi koagulan yang memiliki partikel ion-ion positif, ion-ion yang bersifat positif dan negatif tersebut menggambarkan efek dan respon variabel konsentrasi PAC, air baku and langkah pompa. Pada gambar 5 di bawah hasil dari setting parameter dengan berbagai variasi konsentrasi PAC, air baku dan langkah pompa.



Gambar 5. Setting parameter pada proses mixing

### 3.4 Kekeruhan Air Baku dan Proses Pencampuran

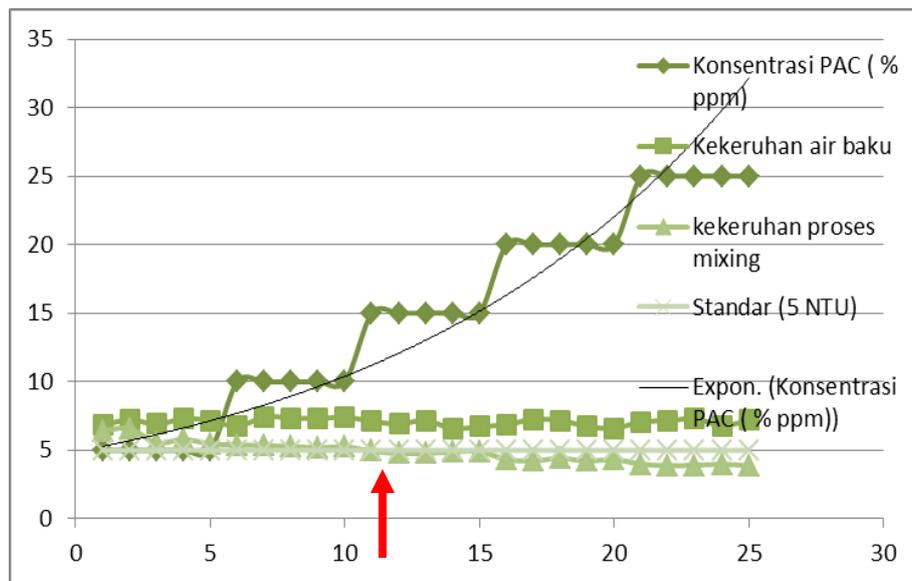
Pada proses mixing yang dilakukan pada gambar 6 di bawah terlihat nilai kekeruhan air baku diatas 5 NTU (*nephelometric turbidity unit*) yang merupakan standar nilai untuk air bersih. Dengan level concentration medium (11 sampai 15 ppm) terlihat penurunan nilai kekeruhan di range 4–5 NTU. Nilai kekeruhan air baku mempresentasikan sebaran nilai kekeruhan pada setiap perubahan konsentrasi PAC.



Gambar 6. Level kekeruhan air baku dan proses mixing

### 3.5 Optimum Proses Mixing

Variasi kekeruhan air baku dipengaruhi oleh kondisi daerah hulu sungai, sedangkan penurunan kekeruhan pada proses *mixing* karena variasi parameter koagulan, semakin tinggi ppm koagulan maka kekeruhan akan berkurang sampai mencapai *concentration level* yang optimum pada level medium pada kondisi air baku 5-7 NTU. Dengan melihat fluktuasi kekeruhan air baku dapat di prediksi model proses *mixing* pada level medium 12 ppm koagulan.



Gambar 7. Optimum proses mixing (tanda panah)

Optimum proses mixing = 12% ppm PAC + 12 lt/det + 12 % *stroke* pompa

Posisi medium level terlihat nilai kekeruhan proses *mixing* 4,9 NTU, nilai tersebut mendekati standar kesehatan yaitu 5 NTU.

## 4. SIMPULAN

Penurunan tingkat kekeruhan terjadi jika level konsentrasi koagulan dinaikkan bertahap dari low, medium dan high level, pada setiap kenaikan level tersebut akan terjadi gaya tarik menarik ion positif yang kuat

terhadap ion negatif pada koloid. Pada konsentrasi koagulan low level gaya tarik menarik antara koagulan dan koloid tidak terlalu besar, namun untuk medium dan high level gaya tarik dari koagulan semakin kuat karena sifatnya yang memiliki ion positif, sebaliknya efek gerak Brown semakin kecil dengan bertambahnya % ppm koagulan karena air cenderung berwarna putih. Jika konsentrasi koagulan ditambah lagi dalam rpm dan waktu yang sesuai maka flock-flock secara gravitasi akan menumpuk di dasar plat yang berupa waste sedimen yang dialirkan ke pengolah waste sebelum dibuang ke tempat akhir. Hasil setting parameter mempresentasikan setting parameter yang optimum pada level 12 dan 12 % ppm untuk menurunkan tingkat kekeruhan dibawah 5 NTU sesuai standar kesehatan.

## 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih peneliti sampaikan kepada Universitas Lambung Mangkurat dan LPPM melalui program dosen wajib meneliti tahun 2021 atas dukungan dana penelitian.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Abu Hassan, M. A., Li, T.P. and Noor, Z.Z., (2009). Coagulation and flocculation treatment of wastewater in textile industry using chitosan. *J. Chem. Nat. Resource. Eng.*, Vol. 43, pp 43-53.
- Amudaa, O. S. and Amoob, I. A., Coagulation/Flocculation Process and Sludge Conditioning in Beverage Industrial Wastewater Treatment. *Journal. Hazard. Mater.*, Vol. 141, pp.778-783, 2007.
- Cheng, X., Chen, G. and Yue, P. L. (2006). Separation of Pollutants from Restaurant Wastewater by Electrocoagulation. *Sep. Purif. Technol.*, Vpl. 19, pp. 65-76.
- Gomez-Lopez, M. D., Bayo, J., Garcia-Cascales, M. S., & Angosto, J. M. (2009). Decision support in disinfection technologies for treated wastewater reuse. *Journal of Cleaner Production*, 17, 1504–1511.
- Ling, T.Y., Michelle, C.M., Lee, N., Norhadi, I. & Justin, J.J.E. (2010a). Impacts of aquaculture and domestic wastewater on the water quality of Santubong River, Malaysia. *Journal of Environmental Science and Engineering* 4(4): 11-16.
- Ling, T.Y., Siew, T.F. & Lee, N. (2010b). Quantifying pollutants from household wastewater in Kuching, Malaysia. *World Applied Sciences Journal* 8(4): 449-456.
- Md. Pauzi Abdullah, Lim Fang Yee, Sadia Ata, Abass Abdullah, Basar Ishak, Khairul Nidzam Zainal Abidin, (2009). The study of interrelationship between raw water quality parameters, chlorine demand and the formation of disinfectant by products. *Physics and Chemistry of the Earth*, p 806-811.
- P.J Ross., Taguchi techniques for quality engineering: loss function, orthogonal experiments, Parameter and Tolerance Design, (2<sup>nd</sup> edition, McGraw-Hill, New York: 1999).
- Roussy. (2005). Treatment of ink-containing waste water by coagulation/flocculation using biopolymers. *Journal of Water SA* 3: 375378.
- Russel, W B. Saville, D A.; Schowalter, W R., *Colloidal Dispersions*. (Cambridge, U.K.: Cambridge Univ. Press. 1989).
- Schelker, J., Eklöf, K., Bishop, K. & Laudon, H. (2012). Effects of forestry operations on dissolved organic carbon concentrations and export in boreal first-order streams. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences* 117(1): 1-12.
- Wanatabe M dan Ushiyama T.. *Characteristic and effective application of polimer coagulant*. (Tokyo: Kurita Water Industries Ltd. 2002).