

POTENSI PENGGUNAAN LOMPATAN HIDROLIK DARI BEDA BUKAAN GATE PADA GATE VALVE UNTUK PROSES KOAGULASI

(Abdul Haris*)

*Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Banjarmasin
Email : harisa3962@yahoo.com

ABSTRACT : Mixing coagulant and water can take advantage of the turbulence that occurs when a hydraulic jump occurs in a channel. The hydraulic jump occurs due to the difference in slope of the two segments in a channel. In a hydraulic jump (water jump), the flow velocity decreases suddenly from V_1 to V_2 . Correspondingly, the flow depth also increases rapidly from y_1 to y_2 (Triatmodjo, 2003). The use of hydraulic jumps is relatively cheaper because it does not require a stirrer such as a motor or air pump.

The hydraulic jump used comes from the size of the gate valve opening at the outlet of the water reservoir. The research variation is a combination of gate valve openings (60° , 80° , 90°); coagulant injection point (X =before the jump, Y =when the jump, Z =after the jump); settling time (10, 20, 30 minutes).

The results showed that the efficiency of turbidity removal using hydraulic jumps as a coagulator of the water purification process with aluminum sulfide was 74.2% from the initial turbidity of 81.6 NTU to 19 – 23.3 NTU. The effectiveness of the use of hydraulic jumps on the use of the impeller method as a cogulator is 83%.

Keywords: hydraulic jump, gate valve opening

ABSTRAK : Pencampuran koagulan dan air baku dapat memanfaatkan turbulensi yang terjadi saat terjadi lompatan hidrolis dalam sebuah saluran. Lompatan hidrolis terjadi karena adanya beda kemiringan dari dua segmen dalam sebuah saluran. Pada lompatan hidrolis (loncat air), kecepatan aliran berkurang secara mendadak dari V_1 menjadi V_2 . Sejalan dengan itu kedalaman aliran juga bertambah dengan cepat dari y_1 menjadi y_2 (Triatmodjo, 2003). Penggunaan lompatan hidrolis relatif lebih murah karena tidak memerlukan alat pengaduk seperti motor ataupun pompa udara.

Lompatan Hidrolis yang digunakan berasal dari besarnya bukaan gate valve pada outlet bak penampungan air baku. Variasi penelitian berupa kombinasi bukaan gate valve (60° , 80° , 90°); titik injeksi koagulan (X =sebelum lompatan, Y =saat lompatan, Z =setelah lompatan); waktu pengendapan (10, 20, 30 menit).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi penyisihan kekeruhan menggunakan lompatan hidrolis sebagai koagulator proses penjernihan air dengan larutan tawas adalah 74,2% dari kekeruhan awal sebesar 81,6 NTU menjadi 19 – 23,3 NTU. Efektivitas penggunaan lompatan hidrolis terhadap penggunaan metoda impeller sebagai koagulator adalah sebesar 83%.

Kata Kunci: lompatan hidrolis, bukaan gatevalve,

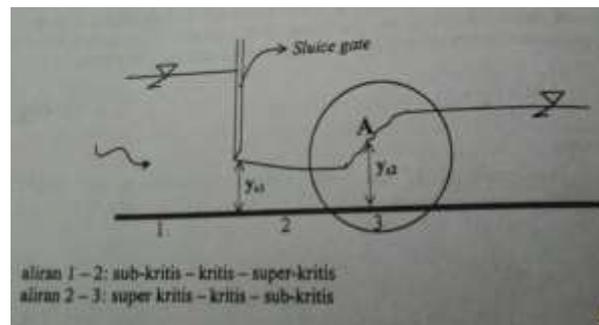
Corresponding Author :
Abdul Haris,
Poltekkes Kemenkes Banjarmasin Jurusan
Kesehatan Lingkungan
Jln H. Mistar Cokrokusumo No.4A Banjarbaru
Email : harisa3962@yahoo.com

Copyright © 2022 Jurnal Skala Kesehatan.
Politeknik Kesehatan Banjarmasin
All rights reserved

PENDAHULUAN

Pencampuran koagulan dan air baku dapat memanfaatkan turbulensi yang terjadi saat terjadi lompatan hidrolis dalam sebuah saluran. Lompatan hidrolis terjadi karena adanya beda kemiringan dari dua segmen dalam sebuah saluran. Pada lompatan hidrolis (loncat air), kecepatan aliran berkurang secara mendadak dari V_1 menjadi V_2 . Sejalan dengan itu kedalaman aliran juga bertambah dengan cepat dari y_1 menjadi y_2 (Triatmodjo, 2003). Penggunaan lompatan hidrolis relatif lebih murah karena tidak memerlukan impeller yang menggunakan motor penggerak seperti pada alat jar-test.

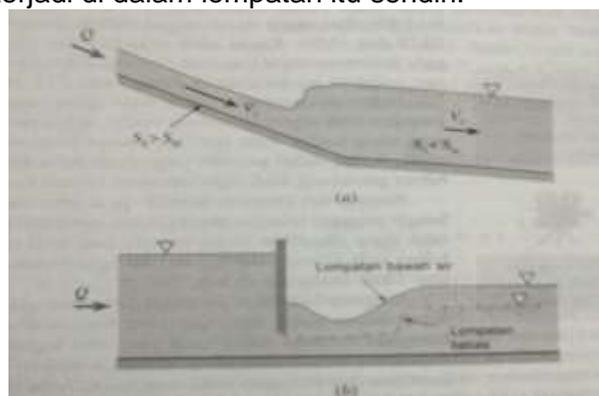
Lompatan hidrolis terjadi bilamana ada perubahan aliran dari superkritis menjadi subkritis. Kodatie (2002) memberikan contoh lompatan hidrolis yang terjadi pada aliran yang melalu penghalang berupa *sluice gate* yang melintang selebar saluran. Akibat ada penghalang ini maka dibagian hilirnya timbul lompatan hidrolis.



Gambar 1

Lompatan Hidrolis Saat Air Melewati Sluice Gate
sumber: Kodatie.RJ, 2002

Marsono, (2006) mengatakan bahwa lompatan hidrolis dapat dijadikan salah satu metoda pengadukan cepat pada proses koagulasi. Sedangkan Munson, Young, dan Okiishi (2002) mengatakan bahwa jenis yang paling sederhana terjadi dalam kanal horizontal, segiempat, kanal yang miring, lompatan hidrolis dari bawah air. Kehilangan tekanan H_L yang terjadi disebabkan oleh pencampuran turbulen dan disipasi yang sangat hebat yang terjadi di dalam lompatan itu sendiri.



Gambar 2:

Lompatan Hidrolis Akibat Kanal Yang Miring (a) dan Lompatan Hidrolis Dari Bawah Air
Sumber: Munshon, Young, dan Okiishi (2002)

Klasifikasi lompatan hidrolik sendiri dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini.

V_1	V_2	Klasifikasi	Skema
< 1	1	Tidak terjadi lompatan	
1 sampai 1.7	1 sampai 20	Gelombang berdiri atau lompatan berombak	
1.7 sampai 2.5	2.0 sampai 3.1	Lompatan letah	
2.5 sampai 4.5	3.1 sampai 5.9	Lompatan berombak	
4.5 sampai 9.0	5.9 sampai 12	Stabil, lompatan rusak seimbang, tidak sensitif terhadap kondisi hilir	
> 9.0	> 12	Kasar, menyempai lompatan kuat mandadak	

Gambar 3:
Klasifikasi Lompatan Hidrolik

Sumber: U.S Bureau of Reclamation, 1955 dalam Munshon, Young, dan Okiishi (2002)

Pada penelitian ini *slice gate* akan disubstitusikan dengan *gate valve* dengan tiga macam bukaan yakni 60°, 80°, dan 90°. Dengan tiga macam bukaan tersebut, maka aliran air dalam kanal akan berbeda sehingga menghasilkan tipikal lompatan hidrolik yang berbeda juga.

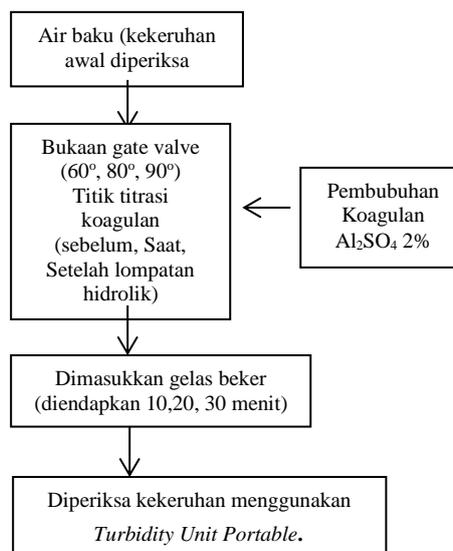
Lompatan hidrolik dapat menyebabkan turbulensi dalam air yang memiliki potensi untuk dijadikan proses pengadukan koagulan dalam proses pengolahan air bersih.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi penggunaan lompatan hidrolik yang dipicu oleh beda bukaan *gate valve* sebagai koagulator pengolahan air bersih dibandingkan dengan metode *impeller* atau *jar-test*.

BAHAN DAN METODE

Eksperimen dilakukan pada skala laboratorium dengan meniru proses terjadinya lompatan hidrolik pada suatu kanal. Titrasi koagulan Al_2SO_4 dilakukan sebelum, saat, dan sesudah lompatan hidrolik. Proses flokulasi dilakukan pada *beaker glass* 1000 ml selama 10 menit, 20 menit, dan 30 menit.

2.1 Desain Eksperimen



2.2 Variabel Penelitian

2.2.1 Variabel bebas adalah beda derajat bukaan gate valve pada outlet bak penampung air baku, titik injeksi koagulan, dan dosis tawas

2.2.2 Variabel terikat adalah kekeruhan air setelah proses koagulasi pada lompatan hidrolis.

2.3 Variasi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

Variasi bukaan gate valve pada outlet bak penampung air baku, titik titrasi koagulan, dan lama pengendapan. Variasi gate valve meliputi 60°; 80°; dan 90°. Titik titrasi koagulan meliputi sebelum lompatan X; saat lompatan Y; atau setelah lompatan Z. Lama pengendapan meliputi 10, 20, dan 30 menit. Total variasi adalah 27 variasi, yang dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1: Jumlah Variasi Percobaan Lompatan Hidrolis.

No	Variasi	No	Variasi	No	Variasi
1	60°;X;10	10	80°;X;10	19	90°;X;10
2	60°;X;20	11	80°;X;20	20	90°;X;20
3	60°;X;30	12	80°;X;30	21	90°;X;30
4	60°;Y;10	13	80°;Y;10	22	90°;Y;10
5	60°;Y;20	14	80°;Y;20	23	90°;Y;20
6	60°;Y;30	15	80°;Y;30	24	90°;Y;30
7	60°;Z;10	16	80°;Z;10	25	90°;Z;10
8	60°;Z;20	17	80°;Z;20	26	90°;Z;20
9	60°;Z;30	18	80°;Z;30	27	90°;Z;30

2.4 Jar Test

Jar Test dilakukan pada air baku untuk mengetahui dosis tawas (Al_2SO_4) yang dibutuhkan pada air baku untuk keperluan penjernihan air (Aleart dan Santika, 1984). Dosis larutan Tawas yang digunakan pada Uji Jar-Test adalah 2%. Proses pengadukan air baku dan larutan tawas 2 % menggunakan Flocculation Tester. Sampel air baku yang digunakan adalah sebanyak 1000 ml.

2.5 Alat dan Bahan

2.5.1 Pemicu Lompatan Hidrolis

Pemicu lompatan hidrolis yang digunakan dalam penelitian ini adalah derajat bukaan gate valve dan miniatur kanal. Derajat bukaan gate valve dalam penelitian ini adalah 60°, 80°, dan 90°. Adanya perbedaan derajat bukaan pada gate valve akan menyebabkan perbedaan debit aliran dalam suatu kanal yang dapat memicu perbedaan tipikal turbulensi pada lompatan hidrolis. Kanal yang digunakan berupa kanal C galvanis dengan ukuran tinggi 6 cm, lebar 4 cm panjang 600 cm.

Lompatan hidrolis terjadi bilamana ada perubahan aliran dari superkritis menjadi subkritis. Pada penelitian ini, pemicu lompatan hidrolis adalah perubahan lebar bukaan dari suatu gate valve. Air yang melewati gate valve akan memiliki kecepatan relative lebih tinggi di bagian hulu kemudian karena gaya gesek dinding saluran menyebabkan hilangnya tekanan. Ini menyebabkan perlambatan aliran pada bagian hilir sehingga menimbulkan lompatan hidrolis pada bagian hilir kanal.

2.5.2 Peralatan Lain

Peralatan lain terdiri dari pompa air merk Shimizu Model PS-226 BIT dengan tinggi tekanan 25 meter, ember penampung luapan air baku, seperangkat miniatur kanal yang dibuat sedemikian rupa dengan bukaan gate valve pada outlet bak penampung air baku 60°; 80°; dan 90°. Peralatan yang digunakan dalam analisis dosis koagulan berupa satu set peralatan Jar-Test (Alearts dan Santika, 1984).

2.5.3 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi air baku yang diambil dari Sungai Martapura dan koagulan berupa larutan tawas Al_2SO_4 2%.

2.6 Definisi Operasional

2.6.1 Miniatur kanal adalah seperangkat alat yang dibuat menyerupai kanal/saluran untuk mengalirkan air baku. Bagian hulu dari kanal terkoneksi dengan bak penampung air baku dengan penghubung berupa gate valve. Bukaan gate valve sebesar 60°; 80°; dan 90° akan menyebabkan ketinggian lompatan hidrolis yang berbeda karakter.

2.6.2 Miniatur kanal adalah prototype kanal yang dibuat dari galvanis berukuran tinggi 6 cm x lebar 4 cm x panjang 600 cm.

2.6.3 Pompa adalah pompa air merk Shimizu model PS-226 BIT dengan tinggi tekanan 25 meter. Pompa ini digunakan untuk memindahkan air dari badan air ke kanal pemicu lompatan hidrolis.

2.6.4 Pipa adalah pipa PVC merk Maspion dengan diameter 1 inchi, $\frac{3}{4}$ inchi, dan $\frac{1}{2}$ inchi.

2.6.5 Air baku adalah air yang digunakan pada penelitian ini yang diambil dari sungai Martapura. Pengambilan dilakukan di sekitar Pondok Pesantren Darussalam Martapura sebanyak 8000 liter. Pengambilan menggunakan mobil tangki pemadam kebakaran.

2.6.6 Dosis optimum adalah dosis optimum larutan tawas yang digunakan pada percobaan ini dari uji pendahuluan dengan metoda jar test. Dosis optimum didapat sebesar 3 mm per 1000 ml air baku.

2.6.7 Efisiensi lompatan hidrolis adalah efisiensi penyisihan partikel penyebab kekeruhan air baku setelah dilakukan koagulasi menggunakan lompatan hidrolis yang diendapkan pada bak sedimentasi. Efisiensi ditentukan berdasarkan (Chu dan Hwang, 2005; Mohan dkk, 2008; Mohanty dkk 2009):

$$\eta = \frac{W_0 - W_t}{W_0} \times 100\% \dots(1)$$

Dimana:

η = efisiensi lompatan hidrolis

W_0 = Kekeruhan awal air baku dalam NTU

W_t = Kekeruhan air setelah dicampur larutan tawas pada lompatan hidrolis dan diendapkan selama 10, 20, dan 30 menit, dalam NTU

2.6.8 Potensi penggunaan lompatan hidrolis

Potensi penggunaan lompatan hidrolis yang dipicu oleh bukaan gate valve sebagai koagulator air bersih didapat dengan cara membandingkan efisiensi tertinggi pada

penelitian ini dibandingkan dengan efisiensi pada proses penjernihan air menggunakan metode impeller atau jar-test.

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Jar-Test

Jar Test dilakukan pada air baku untuk mengetahui dosis tawas (Al_2SO_4) yang dibutuhkan pada air baku untuk keperluan penjernihan air (Aleart dan Santika, 1984) dengan dosis larutan Tawas 2%. Pencampuran air baku dan larutan tawas 2 % menggunakan *Flocculation Tester*. Sampel air baku yang digunakan adalah sebanyak 1000 ml. Kekeruhan awal pada air baku tercatat 81,6 NTU dan pH 7.45. Dosis optimum yang didapat dari Uji Jar Test adalah 3 ml larutan tawas (Al_2SO_4) 2 % pada 1000 ml air baku. Hasil akhir yang didapat dari Uji Jar-Test pada air terolah adalah kekeruhan sebesar 6,11 NTU dengan waktu pengendapan selama 20 menit.

3.2 Efisiensi Penggunaan Lompatan Lompatan Hidrolik Sebagai Koagulator Dalam Menurunkan Kekeruhan Air Terolah

Efisiensi penggunaan lompatan hidrolik sebagai koagulator ditunjukkan melalui besarnya penyisihan kekeruhan pada air terolah. Air terolah adalah air baku yang telah bercampur dengan koagulan dan didiamkan selama beberapa menit. Kondisi air terolah cenderung lebih jernih daripada air baku.

Pada proses normal, proses pencampuran larutan tawas (Al_2SO_4) menggunakan impeller seperti halnya proses Jar-Test. Penelitian ini berupaya memberikan gambaran hasil akhir koagulasi pada air baku dengan menggunakan lompatan hidrolik sebagai koagulator. Koagulator pada lompatan hidrolik divariasikan sebanyak 27 variasi (bukaan gate valve, titik titrasi, dan waktu pengendapan). Setelah melalui proses koagulasi (pencampuran air baku dan tawas) dan sedimentasi, kekeruhan pada air terolah diukur menggunakan *Turbidity Unit Portable*.

Pengaruh Variasi (bukaan gate valve, titik titrasi, dan waktu pengendapan) terhadap kekeruhan air terolah dapat dilihat pada tabel 2 yang menunjukkan bahwa efisiensi tertinggi dalam menurunkan kekeruhan air terjadi pada variasi 80°;Y;30 (bukaan gate valve 80°, titrasi koagulan pada titik Y atau saat terjadi lompatan hidrolik, dan lama pengendapan 30 menit). Efisiensi yang didapat pada variasi 80°;Y;30 adalah 74,2 %. Kekeruhan akhir setelah pengendapan pada variasi 80°;Y;30 berkisar antara 19 – 23,3 NTU. Untuk meningkatkan kualitas air olahan dari proses koagulasi ini, dapat digunakan saringan pasir cepat (Sugiharto, 1987) dengan bahan pasir Taluk (Batukambing) yang memiliki efisiensi penyisihan kekeruhan sampai 75 % (Olvira, 2016), sehingga kekeruhan air diprediksi bisa mencapai 4,75 NTU. Ini sudah memenuhi syarat air minum dari segi kekeruhan (Kemenkes, 2010).

Tabel 2: Pengaruh Variasi Alat Pemicu Lompatan Hidrolik (Bukaan Gate; Titik Titrasi Koagulan; Lama Sedimentasi) Terhadap Efisiensi Penurunan Kekeruhan Air Terolah.

No	Variasi	NTU Awal	NTU Akhir					η
1	60°;X;10	81.6	80.7	79.6	79.4	78.5	78.2	2.8
2	60°;X;20	81.6	51.6	51.9	59.9	56.7	60.0	31.3
3	60°;X;30	81.6	25.1	28.3	28.5	27.2	24.8	67.2
4	60°;Y;10	81.6	48.4	81.6	79.3	49.5	77.6	17.5
5	60°;Y;20	81.6	63.7	57.8	70.2	65.1	61.0	22.1
6	60°;Y;30	81.6	51.8	41.3	38.6	36.1	31.6	51.1
7	60°;Z;10	81.6	80.7	81.6	81.6	81.6	81.6	0.2
8	60°;Z;20	81.6	68.1	64.5	61.6	68.1	60.0	21.0
9	60°;Z;30	81.6	28.7	36.8	32.8	27.4	31.0	61.6
10	80°;X;10	81.6	78.3	81.6	78.6	80.8	76.5	3.0
11	80°;X;20	81.6	50.0	44.3	43.9	48.9	41.1	44.1
12	80°;X;30	81.6	28.0	29.8	29.1	33.1	29.2	63.4
13	80°;Y;10	81.6	76.1	75.5	80.7	77.4	81.8	4.0
14	80°;Y;20	81.6	37.7	57.0	48.9	46.5	50.1	41.1
15	80°;Y;30	81.6	23.3	22.3	20.0	20.8	19.0	74.2
16	80°;Z;10	81.6	81.4	81.2	81.6	81.6	81.6	0.1
17	80°;Z;20	81.6	69.7	70.7	69.3	70.4	69.4	14.3
18	80°;Z;30	81.6	26.1	29.9	28.3	33.1	32.4	63.3
19	90°;X;10	81.6	73.7	71.8	72.2	76.3	72.9	10.1
20	90°;X;20	81.6	62.4	59.4	62.0	52.8	67.5	25.5
21	90°;X;30	81.6	33.8	27.1	30.8	30.1	30.7	62.6
22	90°;Y;10	81.6	75.7	74.4	75.1	80.7	76.5	6.3
23	90°;Y;20	81.6	71.4	66.5	71.0	65.8	71.5	15.1
24	90°;Y;30	81.6	41.8	35.3	41.1	42.6	42.6	50.1
25	90°;Z;10	81.6	75.1	77.8	77.0	75.8	73.0	7.2
26	90°;Z;20	81.6	67.7	67.4	66.1	66.2	65.8	18.3
27	90°;Z;30	81.6	37.3	40.0	32.9	30.1	37.8	56.3

Keterangan :

Variasi 60°;X;10 = bukaan gate valve 60°; titik titrasi x sebelum terjadi lompatan; lama waktu sedimentasi 10 menit

x,y,z = menyatakan titik titrasi koagulan;
x= sebelum lompatan;

y=saat lompatan;

z=setelah lompatan

η = efisiensi rerata

3.3 Efektivitas Lompatan Hidrolik Dibandingkan Metode Jar-Test Dalam Menurunkan Kekeruhan

3.3.1 Efektivitas Pembubuhan Koagulan Sebelum Lompatan Hidrolik Dibandingkan Jar Test ($LH_x \gg JT$) Dalam Menurunkan Kekeruhan

Pada Tabel 2, variasi nomor 1 sampai 3; 10 sampai 12; dan 19 sampai 21, dimana posisi titrasi koagulan pada titik X (sebelum terjadi lompatan hidrolik), kekeruhan air terolah yang paling rendah menunjukkan 25,1 NTU (kolom 1 variasi 60°;X;30). Bila dibandingkan dengan efektivitas penurunan kekeruhan menggunakan Jar-Test atau impeller (6,11 NTU). Efektivitas penggunaan lompatan hidrolik sebelum terjadi lompatan (titik x) terhadap metode Jar-Test ditentukan sebagai berikut:

$$LH_x \gg JT = \frac{\text{nilai penurunan } LH_x}{\text{nilai penurunan JT}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} &= \frac{(NTU_{\text{awal}} - NTU_{\text{akhir}}) \times 100\%}{(NTU_{\text{awal}} - NTU_{\text{akhir Jar-Test}})} \\ &= \frac{(81,6 - 25)}{(81,6 - 6,11)} \times 100\% \end{aligned}$$

$$\approx 75\%$$

Sehingga dapat dikatakan bahwa titrasi koagulan sebelum lompatan hidrolik memiliki efektivitas sebesar 75% dari proses koagulasi menggunakan impeller (jar-test).

3.3.2 Efektivitas Pembubuhan Koagulan Saat Terjadi Lompatan Hidrolik Dibandingkan Jar Test ($LH_y \gg JT$)

Pada Tabel 2, variasi nomor 4 sampai 6; 13 sampai 15; dan 21 sampai 23, dimana posisi titrasi pada titik Y (saat terjadi lompatan hidrolik), kekeruhan air terolah yang paling rendah menunjukkan 19,0 NTU (kolom 5 variasi 80°;Y;30). Bila dibandingkan dengan efektivitas penurunan kekeruhan menggunakan Jar-Test atau impeller (6,11 NTU). Efektivitas penggunaan lompatan hidrolik saat terjadi lompatan hidrolik (titik y) terhadap metode Jar-Test ditentukan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} LH_y \gg JT &= \frac{\text{nilai penurunan } LH_x}{\text{nilai penurunan JT}} \times 100\% \\ &= \frac{(NTU_{\text{awal}} - NTU_{\text{akhir}}) \times 100\%}{(NTU_{\text{awal}} - NTU_{\text{akhir Jar-Test}})} \\ &= \frac{(81,6 - 19,0)}{(81,6 - 6,11)} \times 100\% \\ &\approx 83\% \end{aligned}$$

Sehingga dapat dikatakan bahwa titrasi koagulan saat terjadi lompatan hidrolik memiliki efektivitas sebesar 83 % dari proses koagulasi menggunakan impeller (jar-test).

C.3.Efektivitas Pembubuhan Koagulan Setelah Lompatan Hidrolik Dibandingkan Jar Test (LHz >< JT)

Pada Tabel 2, variasi nomor 7 sampai 9; 16 sampai 18; dan 24 sampai 27, dimana posisi titrasi pada titik Z (setelah terjadi lompatan hidrolik), kekeruhan air terolah yang paling rendah menunjukkan 26,1 NTU (kolom 1 variasi 80°;Z;30). Bila dibandingkan dengan efektivitas penurunan kekeruhan menggunakan Jar-Test atau impeller (6,11 NTU). Efektivitas penggunaan lompatan hidrolik setelah terjadi lompatan (titik z) terhadap metode Jar-Test ditentukan sebagai berikut:

$$LH_z > < JT = \frac{\text{nilai penurunan LH} \times 100\%}{\text{nilai penurunan JT}}$$

$$= \frac{(NTU_{\text{awal}} - NTU_{\text{akhir}}) \times 100\%}{(NTU_{\text{awal}} - NTU_{\text{akhir Jar-Test}})}$$

$$= \frac{(81,6 - 26,1)}{(81,6 - 6,11)} \times 100 \%$$

$$\approx 74 \%$$

Sehingga dapat dikatakan bahwa titrasi koagulan setelah lompatan hidrolik memiliki efektivitas sebesar 75% dari proses koagulasi menggunakan impeller (jar-test).

KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Efisiensi tertinggi dalam menurunkan kekeruhan air terjadi pada variasi 80°;Y;30 (bukaan gate valve 80°, titrasi koagulan pada titik Y atau saat terjadi lompatan hidrolik, dan lama pengendapan 30 menit) adalah 74,2 %.
2. Potensi penggunaan lompatan hidrolik sebagai koagulator dalam pengolahan air bersih adalah 83% bila dibandingkan dengan metode impeller atau jar-test.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kami ucapkan kepada Direktur Politeknik Kesehatan Banjarmasin Kementerian Kesehatan Republik Indonesia yang telah membiayai Penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asmadi, Khayan, Kasjono.HS, “Teknologi Pengolahan Air Minum”, Gosyen Publishing, Yogyakarta, 2011
- [2] Alearts dan Santika.Sri Sumesti, 1984, “Metoda Penelitian Air, Usaha Nasional, Surabaya” 1984
- [3] Chu. CY, dan Hwang.SJ, ” Flue Gas Desulfurization In An Internally Circulating Fluidized Bed Reactor”, *Powder Technology* Volume 154 hal: 14 – 23, 2005
- [4] Kemenkes RI, “Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010”
- [5] Kodatie.RJ, “Hidrolika Terapan – Aliran Pada Saluran Terbuka dan Pipa”, ANDI,Yogyakarta. 2002
- [6] Mohan.BR, Jain.RK, and Meikap.BC, “Comprehensive analysis for prediction of dust removal efficiency using twin-fluid atomization in a spray scrubber” *Separation and Purification Technology* Volume 63 hal: 269–277, 2008
- [7] Mohanty.CR, Adapala.S, and Meikap.BC, “Removal of hazardous gaseous pollutants from industrial flue gases by a novel multi-stage fluidized bed desulfurizer”, *Journal of Hazardous Materials* Volume 165 hal: 427–434, 2009
- [8] Munson. BR, Young. DF, Okiishi. TH, “Mekanika Fluida - Edisi Keempat”, Erlangga, Jakarta, 2005
- [9] Sugiharto, “Dasar-Dasar Pengolahan air Limbah”, Jakarta, Universitas Indonesia Press, 1987
- [10] Triatmodjo. B, “Hidrolika II Edisi Ketiga”, Beta Offset, Yogyakarta, 2003
- [11] Olvira.SY, ‘Perbedaan Kemampuan Filtrasi Menggunakan Media Pasir Martapura, Pasir Taluk, Dan Pasir Pantai Takisung, Untuk Menurunkan Kekeruhan Air Sungai Martapura Tahun 2016 – Sripsi’, Banjarbaru – Program Studi DIV Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Banjarmasin