

---

## EFEKTIFITAS KOMBINASI KOAGULASI-FLOKULASI PIPA CIRCULAR DAN BAFFLE CHANNEL TERHADAP AIR SUNGAI

**Syafina Ramadhini Estie .R. dan Firra Rosariawari**

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

Email: [firra.tl@upnjatim.ac.id](mailto:firra.tl@upnjatim.ac.id)

### ABSTRAK

Air sungai masih mengandung banyak partikel tersuspensi (TSS) ataupun koloid. Hal ini bisa menyebabkan air sungai menjadi keruh, sehingga baku mutunya tidak terpenuhi dan tidak layak digunakan untuk air bersih. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk proses pengolahan air bersih yaitu koagulasi-flokulasi dengan sistem hidrolis. Adapun pengadukan hidrolis yang digunakan yakni Pipa *Circular* untuk pengadukan cepat dan *Baffle Channel* sebagai pengadukan lambat. pada penelitian kali ini variasi yang digunakan yaitu dosis koagulan (65,75,85, dan 95 mg/L), waktu pengendapan (30,60, dan 90 menit), debit aliran (8, 10, dan 12 L/menit), dan diameter linkar selan (20, 30, dan 40 cm) guna mengetahui adanya pengaruh penyisihan TSS maupun kekeruhan. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa pengadukan hidrolis mampu meremoval kadar TSS sebesar 82,54% dan kekeruhan sebesar 80,89% pada dosis optimum 85mg/L dengan diameter lingkaran selang 20 cm.

**Kata kunci:** *Koagulasi-Flokulasi, Pipa Circular, Baffle Channel.*

### ABSTRACT

*Surface water still contains a lot of suspended particles (TSS) or colloids. This can cause the river water to become cloudy, so that the quality standards are not met and are not suitable for use for clean water. One way that can be used for the clean water treatment process is coagulation-flocculation with a hydraulic system. The hydraulic stirring used is Circular Pipe for fast stirring and Baffle Channel for slow stirring. In this study the variations used were coagulant dose (65,75,85, and 95 mg/L), settling time (30,60, and 90 minutes), flow rate (8, 10, and 12 L/min), and circular diameters (20, 30, and 40 cm) to determine the effect of TSS removal and turbidity. In this study, it was shown that hydraulic stirring was able to remove TSS levels of 82.54% and turbidity of 80.89% at the optimum dose of 85mg/L with a diameter of 20 cm interval.*

**Keywords:** *Coagulation-Flocculation, Circular Pipe, Baffle Channel*

**PENDAHULUAN**

Air bersih merupakan salah satu senyawa yang penting bagi semua bentuk kehidupan di bumi ini. Akan tetapi, tidak semua air dapat dimanfaatkan langsung sebagai air bersih. Hal ini dikarenakan tingginya konsentrasi senyawa pada air permukaan (Puspitasari, Mega dan Hadi, 2014).

Permasalahan yang sering dijumpai adalah kurangnya air bersih di suatu daerah karena kualitas air bersih semakin menurun, misalnya kualitas air permukaan dan tingginya konsentrasi menahan beban organik sehingga air tidak dapat digunakan lagi. Salah satu pengolahan air dengan cara sederhana yaitu koagulasi flokulasi dengan sistem kombinasi pengadukan hidrolis. Pengadukan dengan *system* hidrolis ini memanfaatkan ketinggian sebagai penghasil energi, dengan begitu energi yang dihasilkan dapat berpengaruh pada kecepatan air yang menghasilkan aliran turbulen karena adanya pengadukan cepat (Qasim, 1999).

Berdasarkan hal tersebut maka penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan air permukaan sebagai air bersih, sehingga dapat digunakan dalam kegiatan sehari-hari. Desain dari unit pengolahan air bersih adalah desain yang menghemat energi dan meminimalkan emisi yang disebabkan oleh proses masing-masing unit. Proses pengolahan air bersih pada penelitian ini dikemas dalam bentuk “*Mobile Water Treatment*” dengan penggunaan energi yang rendah, sehingga emisi tidak langsung yang dihasilkan juga akan sangat rendah. Dengan prinsip koagulasi hidrolis, terdiri dari pipa *circular* dan *baffle channel*, dikemas dalam rangkaian yang tidak permanen dan dapat dipindahkan. Dengan demikian, akan mudah untuk diproses bersih air secara sendiri-sendiri atau bersama-sama di mana pun dibutuhkan, dan sesuai dengan baku mutu diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 416 Tahun 1990 tentang Persyaratan Kualitas Air dan Pengawasan dan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Air Kontrol Kualitas dan Pencemaran Air (Rosariawari, Farahdiba, & Soedjarwo, 2020).

**METODE PENELITIAN**

**Peralatan**

Peralatan yang digunakan diantaranya adalah selang guna pengadukan cepat dan *baffle channel* seperti yang terlihat pada gambar 2. pompa *submersible*, *profil tank* dengan kapasitas 200 Liter, bak pengatur debit, *stopwatch*, pH meter, Turbidimeter, Oven, Timbangan analitik, dan botol.

**Bahan**

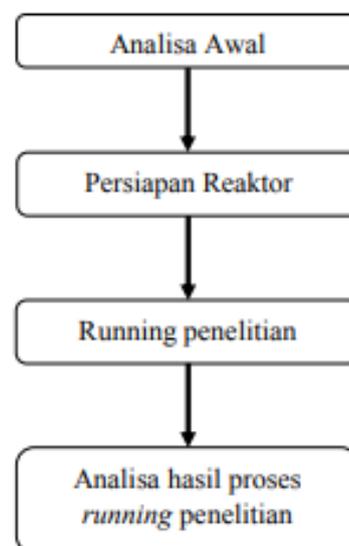
Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah koagulan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) dengan dosis 65 – 85 mg/L dan air yang digunakan yaitu Air Sungai Buntung, Desa Tawang Sari, Taman – Sidoarjo. Adapun Baku mutu air bersih berdasarkan Peraturan yang berlaku dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Baku Mutu Air Bersih

Parameter	Satuan	Baku Mutu	
		(Permenkes No.32 Tahun 2017)*	(PP No. 82 Tahun 2001)**
pH	-	6,5 – 8,5	6 – 9
Suhu	°C	± 3 suhu udara	± 3 suhu udara
Kekeruhan	NTU	25	-
<i>Total Suspended Solid</i> (TSS)	mg/L	-	50

**Kerangka Penelitian**

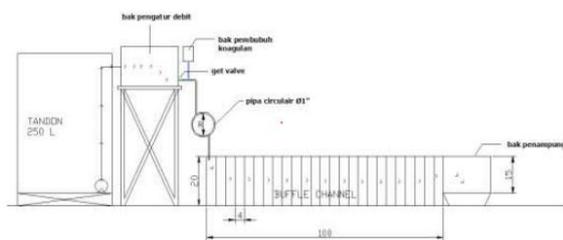
Adapun alur pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.



**Gambar 1.** Kerangka Penelitian

**Prosedur penelitian**

Hal pertama yang dilakukan pada saat penelitian ini yaitu mengambil air sampel yang berasal dari Air Sungai Buntung, Desa Tawangsari-Taman Sidoarjo. Air diambil menggunakan pompa *submersible* dan diletakkan pada tendon dengan kapasitas sebesar 200 Liter. Air yang sudah ada pada tendon diaduk secara manual dimana pengadukan itu untuk menghomogenkan air sampel. Kemudian mempersiapkan larutan koagulan, dimana koagulan yang digunakan yaitu PAC dan dilarutkan menggunakan larutan aquades berdasarkan hasil Perhitungan yang sudah didapat. Setelah itu melakukan persiapan pada bak pengatur debit, dengan mengatur *valve* pada bukaan dengan debit yang telah ditentukan yaitu 8, 10, dan 12 L/menit. Penyetelan dilakukan secara manual menggunakan gelas ukur dan *stopwatch*. Pada penelitian ini dilakukan dengan sytem batch, dimana *valve* pembuka akan ditutup apabila bak penampung sudah penuh, atau menyesuaikan dengan waktu kontak yang telah didapatkan dari hasil Perhitungan pada variasi debit yang telah ditentukan. Lalu dilakukan pengendapan flok pada bak pengendap dengan waktu detensi 30, 60, dan 90 menit. Waktu kontak yang ditentukan juga digunakan sebagai waktu sampling air yang sudah diolah melalui *gate valve* pada bak penampung. Air sampel yang telah diambil diuji dengan paramater *Total Suspended Solid (TSS)* yang berlokasi di laboratorium Kimia Lingkungan Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Adapun Skema reaktor dapat dilihat pada **Gambar 2**.



**Gambar. 2** Skema reaktor

**Variabel**

- Variabel bebas
  - Variasi diameter lingkaran (cm) = 20, 30 dan 40.
  - Variasi dosis koagulan (mg/L) = 65, 75, 85, dan 95.

- Variabel tetap
  - Jenis koagulan = *Poly Aluminium Chloride*
  - Kapasitas Reaktor *Baffle Channel* = 120 Liter
  - Panjang Selang Transparan = 6 meter
- Variabel Terikat
  - *Total Suspended Solid (TSS)*

**Analisa**

Analisis yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan metode gravimetri berdasarkan SNI 06- 6989.3-2004. Setelah mendapatkan data, analisis data yang selanjutnya digunakan yaitu analisis statistik dengan menggunakan ANOVA.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil penelitian**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan data hasil penelitian yang dapat dilihat pada tabel 2, 3, dan 4.

**Tabel 2.** Pengaruh dosis koagulan dan diameter lingkaran selang terhadap persen penyisihan TSS

No.	Debit (L/menit)	Diameter Lingkaran Selang	Dosis Koagulan (mg/L)	Kadar TSS				Kadar Kekeruhan			
				Awal	30 menit	60 menit	90 menit	Awal	30 menit	60 menit	90 menit
1	8	20	65	137	50	42	34	15,5	7,3	6,7	4,9
2			75	115	40	33	26	14,2	6,1	5,5	3,6
3			85	126	30	25	22	15,7	5,3	4,2	3
4			95	109	38	30	28	17,5	7,7	6,6	4,3
5			65	129	44	40	36	11,6	5,5	4,8	3,9
6			75	117	38	34	32	16,5	7,6	6,4	4,8
7		85	105	27	24	22	15,9	5,4	4,6	3,7	
8		95	120	40	34	32	16,8	7,9	6,2	4,5	
9		65	104	38	34	30	14,1	6,5	5,7	5	
10		75	117	38	36	32	13,6	6	5,2	4	
11		85	97	26	22	20	13,9	4,9	4,2	3,5	
12		95	124	38	36	34	15,7	6,9	5,9	4,7	

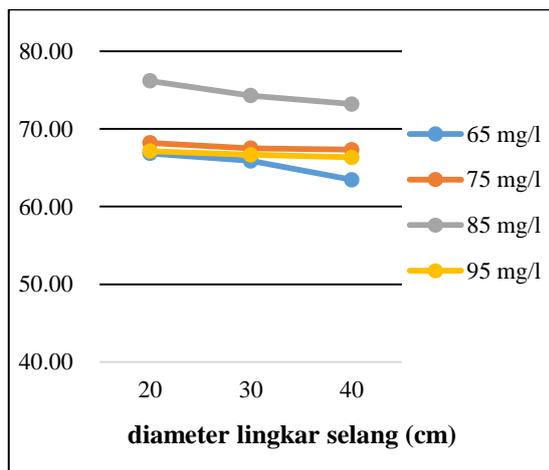
**Tabel 3.** Pengaruh dosis koagulan dan diameter lingkaran selang terhadap persen penyisihan TSS

No.	Debit (L/menit)	Diameter Lingkaran Selang	Dosis Koagulan (mg/L)	Kadar TSS				Kadar Kekeruhan			
				Awal	30 menit	60 menit	90 menit	Awal	30 menit	60 menit	90 menit
13	10	20	65	151	54	52	42	13,8	6,4	5,6	4,9
14			75	139	48	42	36	12,9	5,4	4,8	3,5
15			85	112	28	26	22	14,7	5,4	4,2	3
16			95	126	42	40	36	14,2	6	5,4	4,3
17			65	110	40	36	30	17,5	8,2	7,4	6
18			75	86	26	24	22	16,9	7,5	6	5,1
19		85	142	38	34	30	16,1	5,7	4,8	3,9	
20		95	106	38	34	30	16,4	7	6,4	5	
21		65	158	56	52	46	14,3	6,5	6	5,1	
22		75	134	42	38	32	19	8,2	7,3	6	
23		85	154	44	36	32	17,1	6,3	5,3	4,5	
24		95	118	42	40	36	15,3	6,7	5,9	5	

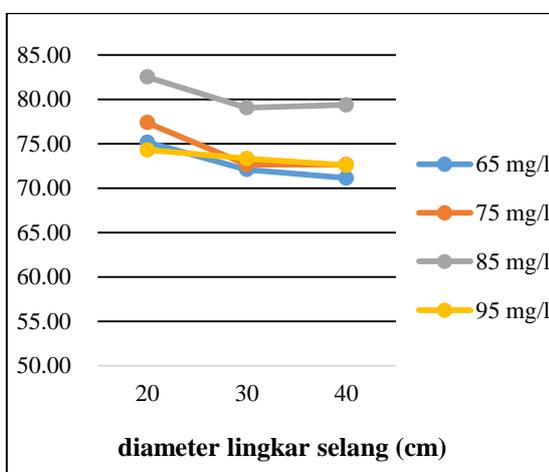
**Tabel 4.** Pengaruh dosis koagulan dan diameter lingkaran selang terhadap persen penyisihan TSS

No.	Debit (L/menit)	Diameter Lingkaran Selang	Dosis Koagulan (mg/L)	Kadar TSS				Kadar Kekeruhan			
				Awal	30 menit	60 menit	90 menit	Awal	30 menit	60 menit	90 menit
25	12	20	65	96	36	32	27	12,6	5,7	4,9	4
26			75	107	38	34	26	14,9	6,2	5,3	4
27			85	112	31	26	24	17	6	4,8	3,6
28			95	154	53	46	40	11,4	4,9	4,2	3,6
29			65	133	48	44	38	10,8	5,6	5	3,9
30			75	127	44	40	34	17,1	7,1	6,4	5,5
31		85	108	28	26	24	16,3	6	5,2	4	
32		95	163	56	50	46	16,7	6,5	6	5,3	
33		65	119	44	40	32	15,8	7	6,3	5,8	
34		75	148	48	44	38	14,6	6	5,4	4,7	
35		85	124	34	30	24	15,3	5,5	4,7	4	
36		95	155	56	52	46	13,7	5,8	5,4	4,7	

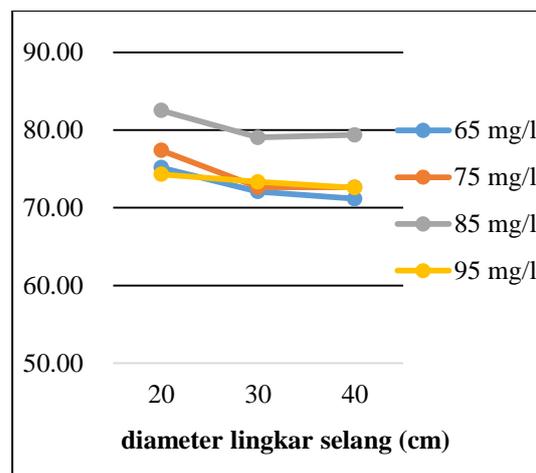
Diameter lingkaran selang merupakan salah satu faktor yang berpengaruh pada saat proses koagulasi hal ini disebabkan karena adanya pengaruh aliran kecepatan yang terbentuk saat proses koagulasi sedang berjalan. Dosis koagulan merupakan takaran yang dimasukkan dengan air sampel guna melakukan pembubuhan untuk air yang akan diolah. Pada penelitian kali ini variabel bebas yang digunakan untuk mengetahui dosis optimum dalam menyisihkan kadar TSS yang ada pada air sungai. Berdasarkan hal tersebut, pada penelitian ini dengan variasi yang telah ditetapkan dapat diketahui diameter lingkaran selang dan dosis koagulan yang optimum untuk menyisihkan kadar TSS dalam unit pipa *circular* dan *baffle channel*.



**Grafik-1.** Pengaruh variasi diameter lingkaran selang dan dosis koagulan terhadap TSS pada waktu 30 menit.



**Grafik-2.** Pengaruh variasi diameter lingkaran selang dan dosis koagulan terhadap TSS pada waktu 60 menit.

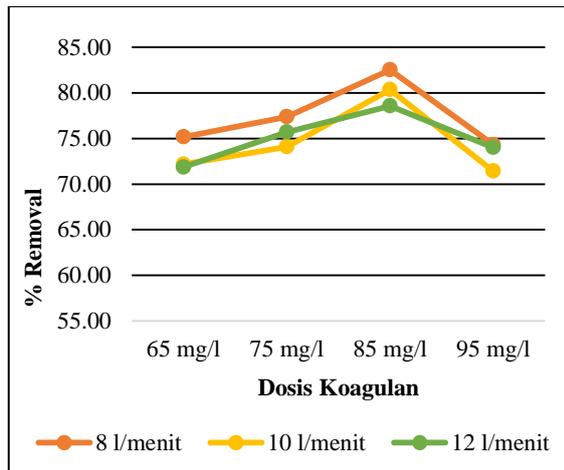


**Grafik-3.** Pengaruh variasi diameter lingkaran selang dan dosis koagulan terhadap TSS pada waktu 90 menit.

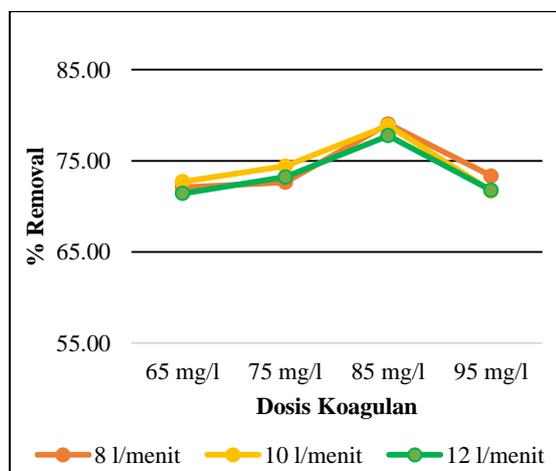
Menurut grafik-1 hingga grafik-3. diameter lingkaran selang yang paling optimal dalam menyisihkan kadar TSS pada proses koagulasi adalah variasi 20 cm dengan waktu pengendapan 90 menit yaitu sebesar 82.54%. Dapat dilihat pada grafik pada grafik-1 hingga grafik-3 memiliki *trend* yang hampir sama, adapun efisiensi penyisihan akan cenderung menurun seiring dengan bertambahnya variasi diameter pada lingkaran selang.

Pada penelitian kali ini variasi diameter lingkaran selang yang digunakan yakni sebesar 20 cm, 30 cm, dan 40 cm. Dari hasil Perhitungan dengan waktu kontak 5 detik, pada variasi diameter 0,2 m memiliki gradien kecepatan 1998.67 detik<sup>-1</sup> dan bilangan Reynold (NRe) 14672.51. Sedangkan pada variasi diameter lingkaran selang 0.3 m dan 0.4 m memiliki gradien kecepatan sebesar 1457.8 detik<sup>-1</sup> dan 1039.57 detik<sup>-1</sup>. Dapat dilihat dari hasil perhitungan pada besar gradien kecepatan (G) dan bilangan Reynold (NRe) yang tinggi, bahwa proses koagulasi dengan menggunakan pipa *circular* berjalan dengan baik. Dari hasil perhitungan yang diperoleh menunjukkan bahwa semakin besar diameter lingkaran selang, maka semakin kecil aliran yang melintas. Hal ini disebabkan karena adanya penurunan nilai gradien kecepatan pada masing-masing variasi diameter lingkaran selang (MH Rizkya, 2020). Semakin besar variasi diameter lingkaran selang yang digunakan maka semakin kecil nilai *headloss* yang didapatkan, begitu juga sebaliknya apabila semakin kecil diameter lingkaran selang pada pipa maka akan semakin besar faktor koreksi *headloss* yang didapat

sehingga berpengaruh pada kecepatan tumbukan pada aliran yang mengalir pada selang sebagai pipa *circular* (Puteri, 2011).



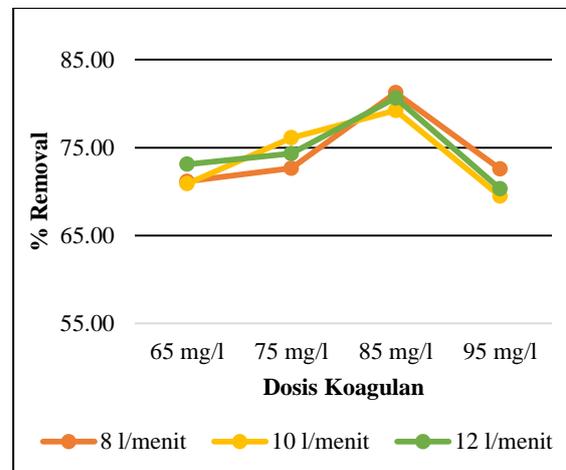
**Grafik-4.** Pengaruh variasi dosis koagulan terhadap penyisihan kadar TSS pada lingkaran selang 20 cm.



**Grafik-5.** Pengaruh variasi dosis koagulan terhadap penyisihan kadar TSS pada lingkaran selang 30 cm

Dosis koagulan dapat dikatakan optimum apabila pada saat penggunaannya mampu menurunkan kadar pencemar TSS dengan nilai *removal* paling tinggi. Pada penelitian ini koagulan yang digunakan oleh peneliti adalah koagulan PAC (*Poly Aluminium Chloride*). Koagulan PAC secara umum dapat digunakan dan bekerja pada pH 6 hingga 8 (Said, 2008). Berdasarkan grafik-4 hingga grafik-6 dapat dilihat bahwa pada penambahan dosis 65mg/L sampai 85m/L mengalami kenaikan pada efisiensi penurunan kadar TSS, akan tetapi pada penambahan dosis koagulan 95 mg/L mengalami penurunan efisiensi penyisihan TSS dikarenakan pada dosis tersebut sudah memasuki titik jenuh. Hal ini disebabkan karena adanya konsentrasi padatan tersuspensi

dan terlarut yang terkandung pada air limbah berpengaruh terhadap kebutuhan bahan koagulan. Apabila semakin besar padatan tersuspensi ataupun terlarut maka kebutuhan koagulan dan flokulan semakin kecil, begitu juga sebaliknya apabila kandungan padatan tersuspensi yang tinggi akan menyebabkan jarak antar partikel semakin dekat dan memudahkan proses pengikat antar partikel satu sama lain (Darnoto, S., Astuti, D., 2015).



**Grafik-5.** Pengaruh variasi dosis koagulan terhadap penyisihan kadar TSS pada lingkaran selang 40 cm.

## KESIMPULAN

1. Efektivitas yang didapatkan pada proses koagulasi flokulasi dengan menggunakan pengadukan sistem hidrolis pipa *circular* dan *baffle channel*, dapat menyisihkan parameter TSS sebesar 82,54% dan kekeruhan sebesar 80,89%. Pada penyisihan yang didapatkan, dapat ditingkatkan kembali dengan adanya penambahan flokulan guna mengikat adanya flok-flok halus yang ada pada air sampel.
2. Diameter lingkaran selang yang paling optimal pada saat proses koagulasi-flokulasi dengan variasi 20, 30, dan 40 cm adalah pada saat 20 cm. dimana nilai Nre yang didapatkan yaitu sebesar  $14672.51 \frac{1}{\text{detik}}$ .

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan Terimakasih ini kami persembahkan kepada semua pihak yang telah membantu penelitian ini, sehingga dapat terlaksana dan selesai dengan baik.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Ali Masduqi, A.F.A. (2012), Satuan Operasi, Surabaya: ITS Press
- Darnoto, S., Astuti, D., K. R. (2015). *Keefektifan Dosis Koagulan Poly Aluminium Chloride (Pac) Dalam Menurunkan Kadar Total Suspended Solid (TSS) Air Limbah Laundry*. 151, 10–17.
- MH Rizkya, N. A. (2020). Penurunan Total Suspended Solid Dan Kekeruhan\_2020. *Environmental Science: Water Research and Technology*, 1, 1–6.
- Notodarmodjo, S., Astuti, A., & Juliah, A. (2004a). Kajian Unit Pengolahan Menggunakan Media Berbutir dengan Parameter Kekeruhan, TSS, Senyawa Organik dan pH. *ITB Journal of Sciences*, 36(2), 97–115.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia*. (2017).
- Presiden Republik Indonesia. (2001). Baku Mutu Air. *Indonesia*, 421–487.
- Puspitasari, Mega dan Hadi, W. (2014). *efektifitas Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>) dan FeCl<sub>3</sub> dalam Pengolahan Air Menggunakan Gravel bed Flocculator*. 3(3), 1–5.
- Qasim, S. R. (1999). *Syed R. Qasim - Wastewater treatment plants \_ planning, design, and operation-CRC Press (1999).pdf* (pp. 254–264). pp. 254–264.
- Rosariawari, F., Farahdiba, A. U., & Soedjarwo, P. (2020). Reducing Suspended Organics in Surface Water by Hydraulic Coagulation Processes in Parshall Flume. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 506(1).
- Said, N. I. (2008). *Teknologi Pengolahan Air Limbah Teori dan Pengalaman Prakti*. Jakarta: Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.