



## PROSES KOAGULASI FLOKULASI PADA REDESAIN INSTALASI PENGOLAHAN LIMBAH CAIR PRAMITA UTAMA DIAGNOSTIC CENTER YOGYAKARTA

D Irawansyah<sup>a</sup>, I Sukmana<sup>b</sup> dan D Despa<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Inspektorat Kabupaten Tulang Bawang Barat Jl. Raden Intan II Kompleks SMK Negeri 1 Tulang Bawang Tengah Tiyuh Pulung Kencana Kecamatan Tulang Bawang Tengah Kabupaten Tulang Bawang Barat

<sup>b</sup>Program Profesi Insinyur, Universitas Lampung, Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro, Bandar Lampung 35145

<sup>c</sup>Program Profesi Insinyur, Universitas Lampung, Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro, Bandar Lampung 35145

### INFORMASI ARTIKEL

### ABSTRAK

#### Riwayat artikel:

Diterima 2 Februari 2022

Direvisi 4 Maret 2022

Diterbitkan 12 April 2022

#### Kata kunci:

Redesain

Dosis koagulan  $Al_2(SO_4)_3$  10%

COD

Limbah Cair

Laboratorium Klinik

Tujuan penelitian adalah mendapatkan dosis optimum dari koagulan  $Al_2(SO_4)_3$  yang akan ditambahkan dalam proses koagulasi flokulasi pada redesain Instalasi Pengolahan Limbah Cair Pramita Utama Diagnostic Center Yogyakarta sehingga dapat menurunkan kandungan zat pencemar *Chemical Oxygen Demand* (COD) sesuai Keputusan Gubernur DIY Nomor 65 Tahun 1999 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Pelayanan Kesehatan di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Lokasi penelitian adalah Laboratorium Klinik Pramita Utama Diagnostic Center Yogyakarta yang terletak di Jl. Dr. Soetomo No. 41, Rt. 09 Rw. 05, Kelurahan Bausasran, Kecamatan Danurejan, Kota Yogyakarta, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Metode penelitian yang digunakan bersifat kuantitatif dengan teknik pengumpulan data berupa data primer dan data sekunder melalui kegiatan survei pada objek penelitian di lapangan, dan analisis Jar Test yang dikerjakan pada Laboratorium Lingkungan. Berdasarkan hasil analisis Jar Tes, terlihat jelas terjadi penurunan kandungan zat pencemar COD yang cukup banyak pada dosis 30 ml, yaitu: dari 471,94 mg/l menjadi 140,763 mg/l atau terjadi penurunan sebesar 70,17%. Dengan mendapatkan dosis optimum dari koagulan  $Al_2(SO_4)_3$  tersebut, perhitungan alat redesain Instalasi Pengolahan Limbah Cair Pramita Utama Diagnostic Center Yogyakarta dengan sistem kimia menggunakan proses koagulasi flokulasi dapat dilakukan.

### 1. Pendahuluan

Dewasa ini banyak sekali Laboratorium Klinik Swasta yang berada di Yogyakarta, seperti pada Pramita Utama Diagnostic Center Yogyakarta yang terletak di Jl. Dr. Soetomo No. 41, Rt 09 Rw 05, Kelurahan Bausasran, Kecamatan Danurejan, Kota Yogyakarta, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Klasifikasi Pramita Utama Diagnostic Center Yogyakarta adalah Laboratorium Klinik Swasta Umum Utama dengan kapasitas  $\pm$  200 pasien/hari dan 50 orang tenaga kerja purna dan paruh waktu. setiap hari kegiatan yang terjadi beroperasi selama 16 jam (jam 06.00 – 21.00 WIB), yaitu: memberikan pelayanan jasa pemeriksaan kesehatan bagi pasien yang ditunjang dengan berbagai jenis kegiatan pelayanan laboratorium, diantaranya: kegiatan laboratorium, kegiatan penunjang laboratorium, dan kegiatan penunjang non laboratorium.

Dari berbagai jenis kegiatan pelayanan laboratorium tersebut dihasilkan sebuah produk sisa berupa limbah cair yang dihasilkan dari kegiatan pelayanan pemeriksaan dibidang hematologi, kimia klinik, imunologi, mikrobiologi, radiologi, dan kegiatan domestik. Limbah cair tersebut merupakan sumber pencemaran

air yang potensial karena mengandung senyawa organik anorganik dan senyawa-senyawa kimia serta mikroorganisme patogen yang merupakan Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) bagi kesehatan pasien dan petugas di Pramita Utama Diagnostic Center Yogyakarta, maupun masyarakat dan lingkungan hidup di sekitarnya.

Untuk mencegah terjadinya pencemaran lingkungan, terutama terhadap badan air penerima, maka seluruh limbah cair yang dihasilkan dari setiap kegiatan Laboratorium Klinik yang berada di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, sebelum dibuang ke lingkungan harus diolah lebih dahulu pada Instalasi Pengolahan Limbah Cair, sehingga *effluent* yang dihasilkan memenuhi parameter-parameter dalam standar baku mutu limbah cair sesuai Keputusan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 65 Tahun 1999 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Pelayanan Kesehatan di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

Pengolahan limbah cair disamping bertujuan untuk melindungi kesehatan manusia juga bertujuan menjaga keseimbangan ekologis menuju teknologi bersih yang merupakan teknologi pengolahan meminimalkan pencemaran,

yaitu: menurunkan dampak penting negatif akibat masuk atau dimasukkannya unsur-unsur pencemar fisis, kimia, biologis dan/atau radioaktif yang dapat menimbulkan dampak negative terhadap lingkungan, yakni: kesehatan, ketentraman, estetika, dan kenyamanan lingkungan (Tjokrokusumo, 1998).

Selama ini limbah cair yang dihasilkan dari kegiatan Pramita Utama Diagnostic Center Yogyakarta diolah pada Instalasi Pengolahan Limbah Cair dengan sistem biologi yang diletakkan dibawah tanah dan tertutup berkapasitas 6 m<sup>3</sup>/hari serta terdiri dari beberapa alat pengolahan: Bak Kontrol Inlet, Bak Pengendap 1, Bak Pengendap 2, Bak Pengendap 3, Bak Kontrol Outlet, dan Sumur Resapan. Namun *effluent* yang dihasilkan belum memenuhi parameter-parameter dalam standar Baku Mutu Limbah Cair terutama kandungan zat pencemar COD.

Berdasarkan data hasil pengujian yang dilakukan terhadap *effluent* yang dihasilkan oleh Instalasi Pengolahan Limbah Cair Pramita Utama Diagnostic Center Yogyakarta, yang diambil pada tanggal 17 November 2008, diperoleh hasil kandungan zat pencemar COD = 471,94 mg/lit. Hal ini menunjukkan bahwa *effluent* yang dihasilkan Instalasi Pengolahan Limbah Cair Pramita Utama Diagnostic Center Yogyakarta yang didesain dengan sistem biologi belum mampu menurunkan kandungan zat pencemar COD sesuai Keputusan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 65 Tahun 1999 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Pelayanan Kesehatan di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, yaitu: batas syarat maksimum untuk parameter kandungan zat pencemar COD = 150 mg/lit.

Untuk itu akan dilakukan redesain Instalasi Pengolahan Limbah Cair Pramita Utama Diagnostic Center Yogyakarta terutama pada sistem pengolahan limbah cair yang digunakan. Salah satu alternatif sistem pengolahan limbah cair yang dapat digunakan untuk mengolah limbah cair yang dihasilkan Laboratorium Klinik adalah sistem kimia menggunakan proses koagulasi flokulasi. Pertimbangan utama terhadap pemilihan sistem kimia menggunakan proses koagulasi flokulasi adalah efisiensi pengolahan yang tinggi, yaitu: BOD = 40 -50%, COD = 30 - 70%, Total Organik = 85%, SS = 99%, Detergen = 55%, Total Fosfat = 95%, Total Nitrogen = 50% (Met Calf and Eddy, 1972).

Menurut Sudaryati (1993), Koagulasi flokulasi merupakan penambahan suatu reagen kimia (koagulan) pembentuk jonjot (flok) kedalam air bersih atau limbah cair untuk menggabungkan padatan koloid (tidak mengendap) dan padatan tersuspensi membentuk suatu flok yang dapat mengendap dengan cepat. Koagulan yang akan digunakan adalah Aluminium Sulfat (Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>) 10% dengan variasi dosis 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, dan 50 ml. Untuk mengetahui dosis optimum dari koagulan tersebut dilakukan dengan analisis Jar Test yang dikerjakan di Laboratorium Lingkungan. Hasil akhir proses pengolahan biasanya merupakan residu atau sisa-sisa partikel-partikel padat yang kemudian akan dipisahkan dari beningnya melalui proses filtrasi menggunakan Saringan Pasir Cepat (*Rapid Sand Filter*).

### 1.1. Manfaat

Bagi Pramita Utama Diagnostic Center Yogyakarta merupakan sumbangan pemikiran yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan didalam melakukan pemilihan terhadap sistem Instalasi Pengolahan Limbah Cair yang digunakan untuk mengolah limbah cair yang dihasilkan sebelum dibuang ke lingkungan.

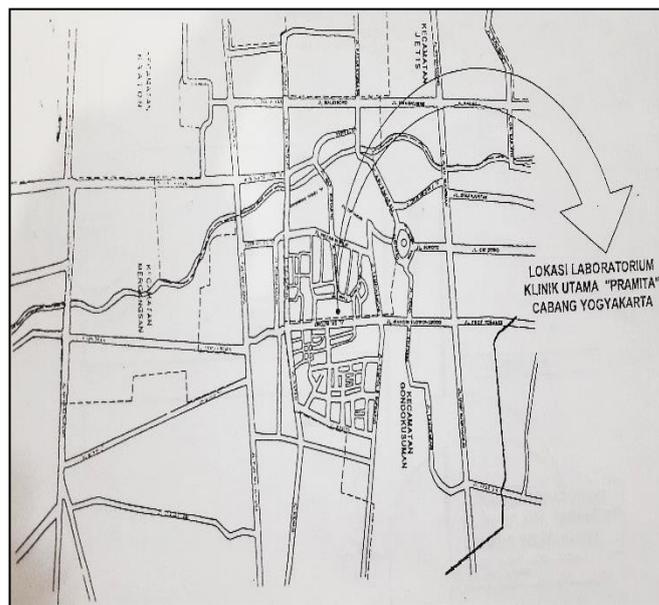
Bagi Masyarakat merupakan masukan informasi bahwa limbah cair yang dihasilkan dari setiap kegiatan Laboratorium Klinik yang terolah dengan sistem pengolahan yang tepat pada

Instalasi Pengolahan Limbah Cair bukan merupakan hal yang perlu dikhawatirkan bila dibuang ke lingkungan.

## 2. Metodologi

### 2.1 Objek Penelitian

Objek penelitian adalah redesain Instalasi Pengolahan Limbah Cair Pramita Utama Diagnostic Center Yogyakarta yang terletak di Jl. Dr. Soetomo No. 41, Rt. 09 Rw. 05, Kelurahan Bausasran, Kecamatan Danurejan, Kota Yogyakarta, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.



Gambar 1. Lokasi Pramita Utama Diagnostic Center Yogyakarta

### 2.2 Teknik Pengumpulan Data

Metode penelitian pada artikel ini menggunakan Metode Penelitian Kuantitatif dengan teknik pengumpulan data berupa data primer dan data sekunder, dilakukan meliputi aspek kuantitatif (Soedjarwanto, 2019) (Despa, 2018) (Nama, 2018) dan kualitatif (Despa, 2019) (Nama, 2017) (Nama, 2016) .

Data primer, yaitu: data yang diperoleh langsung dari objek penelitian di lapangan melalui kegiatan survey diantaranya data mengenai kualitas dan kuantitas limbah cair yang dihasilkan, dan analisis Jar Test yang dikerjakan di Laboratorium Lingkungan Teknologi Lingkungan Harjoko STTL "YLH" Yogyakarta. Data sekunder, yaitu: data yang diperoleh melalui kegiatan survey pustaka pada objek penelitian dilapangan sebagai bahan referensi dalam penyusunan artikel.

### 2.3 Tahapan penelitian

Dalam penetapan sistem kimia menggunakan proses koagulasi flokulasi pada Instalasi Pengolahan Limbah Cair Pramita Utama Diagnostic Center Yogyakarta terdiri dari beberapa tahapan penelitian:

1. Pengumpulan data primer dan data sekunder, yaitu: kegiatan yang dilakukan langsung untuk mengumpulkan data primer diantaranya data mengenai kualitas dan kuantitas limbah cair yang dihasilkan, dan data sekunder pada objek penelitian.
2. Evaluasi sistem, yaitu: kegiatan yang dilakukan untuk pengambilan sampel limbah cair pada *effluent* yang dihasilkan Instalasi Pengolahan Limbah Cair Pramita Utama Diagnostic Center Yogyakarta dengan sistem biologi yang

- diletakkan dibawah tanah dan tertutup berkapasitas 6 m<sup>3</sup>/hari yang terdiri dari beberapa alat pengolahan: Bak Kontrol Inlet, Bak Pengendap 1, Bak Pengendap 2, Bak Pengendap 3, Bak Kontrol Outlet, dan Sumur Resapan. Kemudian kandungan zat pencemar COD dianalisis di Balai Teknik Kesehatan Lingkungan Yogyakarta, sehingga dapat diketahui kinerja Instalasi Pengolahan Limbah Cair berfungsi dengan baik atau tidak.
3. Penetapan sistem, yaitu: kegiatan yang dilakukan untuk menetapkan sistem pengolahan limbah cair yang mampu menurunkan kandungan zat pencemar COD sesuai Keputusan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 65 Tahun 1999 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Pelayanan Kesehatan di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, maka *approach* dalam meredesain Instalasi Pengolahan Limbah Cair Pramita Utama Diagnostic Center Yogyakarta, adalah:
- Debit Limbah Cair (Q) dihitung dari perkiraan besarnya kebutuhan air bersih untuk air minum, kegiatan laboratorium, kebutuhan pasien dan keluarga pasien, dan kebutuhan karyawan (Q<sub>ab</sub>), yaitu:  $Q = 50 - 80\% \times Q_{ab}$ . Umumnya diambil  $Q = 70\% \times Q_{ab}$ .
  - Bak Kontrol Inlet dan Outlet yang telah dimiliki tetap digunakan. Hal ini dimaksudkan agar tidak mubazir dan tetap dapat dimanfaatkan, disamping tentunya menghemat biaya pengalihan dan pembuatan sistem perpipaan yang baru apabila bangunan ini dibangun.
  - Prinsip dasar pengolahan limbah cair, adalah: pemanfaatan sistem kimia menggunakan proses koagulasi flokulasi dan dilanjutkan dengan proses filtrasi menggunakan *Rapid Sand Filter*.
  - Jar Test, yaitu; suatu metode pendekatan untuk mendapatkan dosis optimum dari koagulan Aluminium Sulfat (Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>) 10% yang dapat menurunkan kandungan zat pencemar COD, sehingga dapat digunakan dalam perhitungan alat redesain Instalasi Pengolahan Limbah Cair.
  - Perhitungan alat: Bak Koagulasi, Bak Flokulasi, dan Bak Filtrasi.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Hasil Penelitian

Hasil survey yang dilakukan pada Pramita Utama Diagnostic Center Yogyakarta, diperoleh data-data sebagai berikut:

- Debit Limbah Cair (Q) dihitung dari perkiraan besarnya kebutuhan air bersih untuk air minum, kegiatan laboratorium, kebutuhan pasien dan keluarga pasien, dan kebutuhan karyawan (Q<sub>ab</sub>), yaitu:  $Q = 70\% \times 10,7 \text{ m}^3/\text{hr} = 7,5 \text{ m}^3/\text{hr}$ .

**Tabel 1.** Kebutuhan Air Bersih pada Pramita Utama Diagnostic Center Yogyakarta

No	Kegiatan	Sumber	Jenis Limbah Cair	Volume (m <sup>3</sup> /hr)
1.	Air Minum	PDAM	Non medis	0,1
2.	Kegiatan Laboratorium	PDAM	Medis, Non Medis, dan Beracun	0,6
3.	Kebutuhan Pasien dan Keluarga Pasien	Air Tanah	Medis	5
4.	Kebutuhan Karyawan	Air Tanah	Non medis	5
<b>Total</b>				<b>10,7</b>

- Setiap harinya, kegiatan yang terjadi beroperasi selama 16 jam (jam 06.00 – 21.00 WIB) dan awaktu inilah yang digunakan sebagai acuan lama pengaliran limbah cair rata-rata per hari.
- Hasil pengujian yang dilakukan terhadap effluent yang dihasilkan Instalasi Pengolahan Limbah Cair Pramita Utama Diagnostic Center Yogyakarta, diperoleh data sebagai berikut:

**Tabel 2.** Hasil pengujian terhadap effluent yang dihasilkan Instalasi Pengolahan Limbah Cair Pramita Utama Diagnostic Center Yogyakarta

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Kadar max. gol mutu limbah cair III
1.	Suhu	°C	28	30
2.	COD	Mg/l	471,94	100
3.	pH	-	8	6 - 9

Dari Tabel 2. tersebut diatas, menunjukkan bahwa Instalasi Pengolahan Limbah Cair Pramita Utama Diagnostic Center Yogyakarta dengan sistem biologi belum mampu menurunkan kandungan zat pencemar COD sesuai Keputusan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 65 Tahun 1999 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Pelayanan Kesehatan di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, yaitu: batas syarat maksimum untuk parameter kandungan zat pencemar COD = 150 mg/l.

- Hasil analisis Jar Tes terhadap effluent yang dihasilkan Instalasi Pengolahan Limbah Cair Pramita Utama Diagnostic Center Yogyakarta, diperoleh data sebagai berikut:

COD (mg/l)	Dosis Koagulan Aluminium Sulfat (Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ) 10% (ml/menit)									
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	
Baku	471,94									
Pengaruh	I	410.010	208.070	178.460	154.220	140.760	148.480	151.530	156.920	175.760
	II	418.094	205.385	175.767	148.844	146.149	148.842	153.535	154.227	175.267
	III	412.710	208.070	181.150	154.220	135.380	148.840	154.220	159.610	167.690
Total	1240.814	621.525	535.377	457.284	422.289	446.162	459.285	470.757	518.717	
Rata-rata	413.605	207.175	178.459	152.428	140.763	148.721	153.095	156.919	172.906	

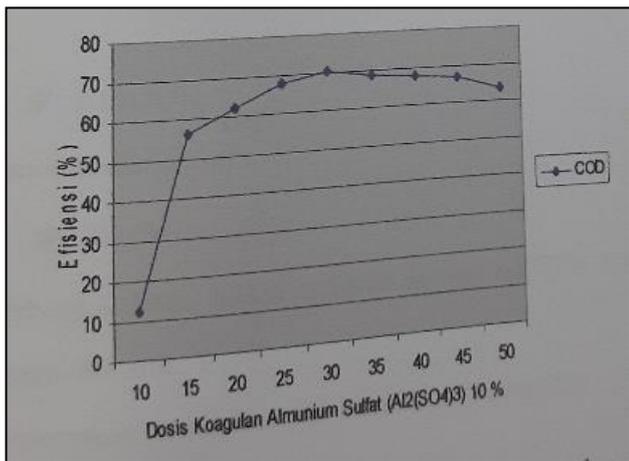
**Gambar 2.** Hasil analisis Jar Test

Dari Gambar 2. tersebut diatas, maka dapat dilihat hubungan antara variasi dosis koagulan Aluminium Sulfat (Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>) 10% dengan efisiensi penurunan kandungan zat pencemar COD sebagai berikut pada Gambar 3. dibawah ini:

$$E = \frac{\text{Kosentrasi Awal} - \text{Kosentrasi Akhir}}{\text{Kosentrasi Awal}} \times 100\%$$

**Tabel 3.** Hubungan antara variasi dosis koagulan dengan efisiensi Penurunan kandungan zat COD

No	Dosis $Al_2(SO_4)_3$ 10% (ml)	COD (mg/l)			Efisiensi (%)
		Awal	Akhir	Penurunan	
1	10	471,94	413,605	58,335	12,36
2	15	471,94	207,175	264,765	56,10
3	20	471,94	178,459	293,481	62,19
4	25	471,94	152,428	319,512	67,70
5	30	471,94	140,763	331,177	70,17
6	35	471,94	148,721	323,219	68,49
7	40	471,94	153,095	318,845	67,56
8	45	471,94	156,919	315,021	66,75
9	50	471,94	172,906	299,034	63,36



**Gambar 3.** Grafik hubungan variasi dosis koagulan terhadap penurunan kandungan zat pencemar COD

Dari Tabel dan Gambar Grafik tersebut diatas, terlihat jelas penurunan yang cukup banyak pada dosis 30 ml, yaitu: untuk COD dari 471,94 mg/l menjadi 140,763 mg/l atau terjadi penurunan sebesar 70,17%.

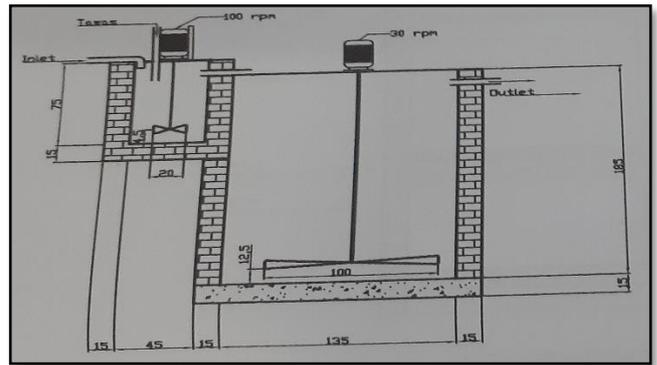
5. Perhitungan alat

a. Bak Koagulasi

- Panjang (P) = 0,45 m
- Lebar (L) = 0,45 m
- Tinggi Air ( $T_{air}$ ) = 0,395 m
- Tinggi Bak ( $T_{bak}$ ) = 0,75 m
- Daya Motor Pengaduk (P) = 31,85 Watt
- Panjang Lengan Pengaduk (*Impeller*) = 0,20 m
- Tinggi Jarak *Impeller* dari alas bak = 0,045 m

b. Bak Flokulasi

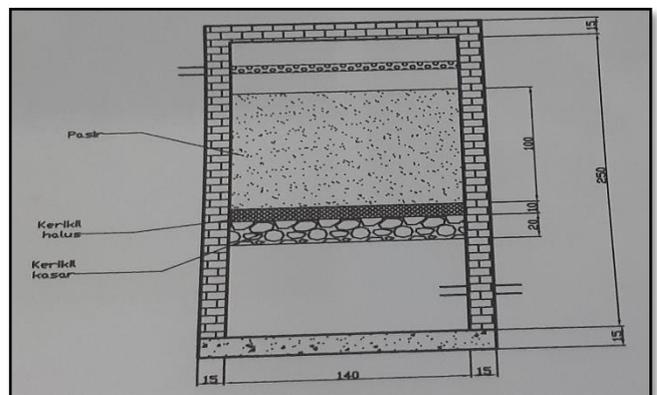
- Panjang (P) = 1,35 m
- Lebar (L) = 1,35 m
- Tinggi Air ( $T_{air}$ ) = 1,285 m
- Tinggi Bak ( $T_{bak}$ ) = 1,855 m
- Daya Motor Pengaduk (P) = 19,5 Watt
- Panjang Lengan Pengaduk (*Impeller*) = 1,0 m
- Tinggi Jarak *Impeller* dari alas bak = 0,125 m



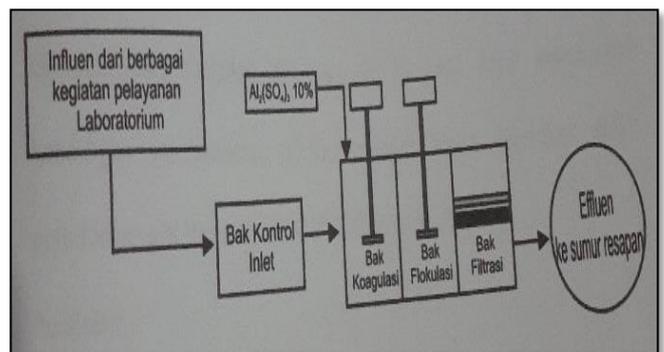
**Gambar 4.** Bak Koagulasi Flokulasi

c. Bak Filter

- Jumlah Filter = 1 Buah
- Luas/Filter = 1 m<sup>2</sup>
- Diameter Filter = 3,7 m
- Tinggi Filter = 2,5 m



**Gambar 5.** Bak Koagulasi Flokulasi



**Gambar 6.** Uraian hasil Redesain Instalasi Pengolahan Limbah Cair Pramita Utama Diagnostic Center Yogyakarta

4. Kesimpulan

Dari berbagai jenis kegiatan pelayanan laboratorium pada Pramita Utama Diagnostic Center Yogyakarta dihasilkan sebuah produk sisa berupa limbah cair yang dialirkan menuju Bak Kontrol Inlet (BKI), dimana fungsinya adalah menampung dan menghomogenkan limbah cair sebelum dilakukan pengolahan lebih lanjut. Kemudian secara gravitasi limbah cair dialirkan menuju Bak Koagulasi Flokulasi (BKF) dan Bak Filtrasi (BF). Pada BKF terjadi penambahan koagulan Almunium Sulfat

(Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>) 10% dengan dosis 30 ml kedalam limbah cair untuk menurunkan kandungan zat pencemar COD, yaitu: dari 471,94 mg/l menjadi 140,763 mg/l atau terjadi penurunan sebesar 70,17%. Proses koagulasi flokulasi berlangsung dengan adanya pengadukan cepat dan lambat yang dilakukan secara mekanis. BKF direncanakan dibuat persegi dengan pengaduk (*impeller*) dan motor sebagai tenaga penggerak serta dilengkapi bak pembubuhan koagulan. Dari BKF limbah cair dialirkan menuju BF, dimana terjadi proses filtrasi menggunakan Saringan Pasir Cepat (*Rapid Sand Filter*) yang fungsinya untuk menyaring, memisahkan dan menahan residua atau sisa-sisa partikel-partikel padat pemberian koagulan pada BKF, sehingga limbah cair menjadi jernih. Selanjutnya limbah cair dialirkan ke Bak Kontrol Outlet (BKO) kemudian ke Sumur Resapan sebagai *effluent*.

### Daftar pustaka

- Fair, Geyer and Okun. (1968) *Water and Waste Engineering*, John Wiley & Sons, New York, London, Sydney.
- Johannes, (1973) *Pengantar Kimia Koloid dan Kimia Permukaan*, UGM, Yogyakarta.
- Laboratorium Klinik Utama "PRAMITA" Cabang Yogyakarta, (2003) *Upaya Pengelolaan Lingkungan (UKL) dan Upaya Pemantauan Lingkungan (UPL) Pengembangan Laboratorium Klinik Utama "PRAMITA" Cabang Yogyakarta*, Yogyakarta.
- Met Calf and Eddy, (1972) *Waste Water Engineering Treatment Disposal Reuse*, Second Edition, Mc. Graw Hill Publishing Company, New York, 2 nd Ed.
- Reynold, (1982) *Unit Operation and Processes Environmental Engineering*, Brock/Cole Engineering Division, Monterey, California.
- Sudaryati, (1993) *Koagulasi Flokulasi*, Kursus Teknik Pengolahan Limbah Cair Secara Fisika, Kimia, dan Biologi, Puslitbang Kimia Terapan, LIPI, Jakarta.
- Sugiharto, (1987) *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*, Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Syamsiah, (1995) *Teknologi Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit*, Kumpulan Makalah Kursus Pengelolaan Limbah Cair Rumah Sakit, PPLH, UGM, Yogyakarta.
- Tjokrokusumo, (1998), *Pengantar Enjineriing Lingkungan*, STTL "YLH" Yogyakarta, Yogyakarta.
- Soedjarwanto, N., & Nama, G. F. (2019). Monitoring Arus, Tegangan dan Daya pada Transformator Distribusi 20 KV Menggunakan Teknologi Internet of Things. *Jurnal EECCIS*, 13(3), 128-133.
- Despa, D., Nama, G. F., Martin, Y., Hamni, A., Muhammad, M. A., & Surinanto, A. (2018). Monitoring dan Manajemen Energi Listrik Gedung Laboratorium Berbasis Internet of Things (IoT).
- Nama, G. F., Rasyidy, F. H., & Setia Pribadi, R. A. (2018). A Real-time Schoolchild Shuttle Vehicle Tracking System Base on Android Mobile-apps-Full Cover. *International Journal of Engineering & Technology (IJET)*, 7(3.36), 40-44.
- Despa, D., Amaro, N., Muhammad, M. A., Nama, G. F., & Martin, Y. (2019). Dashboard Pengawasan Besaran Listrik Waktu Nyata. *Barometer*, 4(1), 151-154.
- Nama, G. F., & Kurniawan, D. (2017, November). An enterprise architecture planning for higher education using the open group architecture framework (togaf): Case study University of Lampung. In 2017 Second International Conference on Informatics and Computing (ICIC) (pp. 1-6). IEEE.

Nama, G. F., & Despa, D. (2016, October). Real-time monitoring system of electrical quantities on ICT Centre building University of Lampung based on Embedded Single Board Computer BCM2835. In 2016 International Conference on Informatics and Computing (ICIC) (pp. 394-399). IEEE.