

ANALISIS PROSES PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK PDAM TIRTANADI CABANG CEMARA

Anisah Lukman, Athiyah Jauhariyah Nasution, Rumilla Harahap

Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sumatera Utara

anisah@uisu.ac.id; athiyahnst19@gmail.com

Abstrak

Air merupakan material kehidupan yang terjadi di bumi. Air limbah domestik adalah limbah yang berasal dari usaha atau kegiatan pemukiman, perkantoran, rumah peribadatan, dan lain – lain. PDAM Tirtanadi Cabang Cemara yang bertujuan untuk mengetahui proses pengolahan dan unit – unit pengolahan air limbah domestik di Instalasi Pengolahan Air Limbah Cemara. Proses yang digunakan pengolahan air limbah adalah proses pengendapan, proses biologis, proses kimiawi dan proses lanjutan. Studi pendahuluan dilakukan terlebih dahulu dengan melakukan studi pustaka yang berasal dari buku, jurnal dan catatan kuliah dijadikan dasar dalam penelitian, pengumpulan data primer berupa dokumentasi lokasi penelitian, kemudian data sekunder berupa data jumlah penduduk, data fasilitas kota (fasilitas pendidikan, peribadatan, kesehatan), data pelanggan dan data kapasitas produksi air bersih PDAM Tirtanadi. Berdasarkan hasil analisa unit- unit perlu diadakan perbaikan di beberapa alat demi mendukungnya pengolahan yang baik.

Kata-Kata Kunci : Air Limbah, Proses, Pengolahan,

I. Pendahuluan

Suatu lingkungan dapat dikatakan baik jika unsur-unsur yang menyusun lingkungan hidup dapat terpelihara dengan baik. Namun, kegiatan manusia yang kurang memikirkan dampak dari suatu kegiatan menyebabkan lingkungan menjadi tercemar. Pencemaran lingkungan yang terjadi salah satunya mengenai air limbah. Terjadinya pencemaran air oleh limbah cair dapat mengakibatkan media penyebab dari berbagai jenis penyakit terutama korela, tipus, disentri, dan menjadi tempat berkembang biaknya mikroorganisme panthogen.

Oleh karena itu, sebelum dibuang ke selokan atau badan air lain (Sungai, danau dan laut) limbah cair industri maupun domestic perlu dikelola dahulu untuk mengurangi kadar Biochemical Oxigen Deman (BOD), Suspen Solid (SS), dan Organisme Patogen yang terkandung dalam air limbah tersebut, sehingga memenuhi baku mutu air limbah cair dan tidak menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan. Di kota medan sendiri pengelolaan tersebut dilakukan oleh Instalasi Pengolahan Air Limbah Cemara yang merupakan suatu Sistem Pengolahan Terpusat dibawah naungan PDAM Tirtanadi.

1.1 Metode Penelitian

Lokasi Wilayah Studi

Lokasi penelitian skripsi ini di ambil pada Instalasi Pengolahan Air Limbah Cemara Medan di jalan Perkebunan, Medan Estate, Kec. Medan Deli, Deli Serdang, Sumatera Utara.

1.2 Teknik Pengumpulan Data

Sebagai bahan dasar analisis untuk mendapatkan data pada penelitian ini, berupa:

1. Data Sekunder

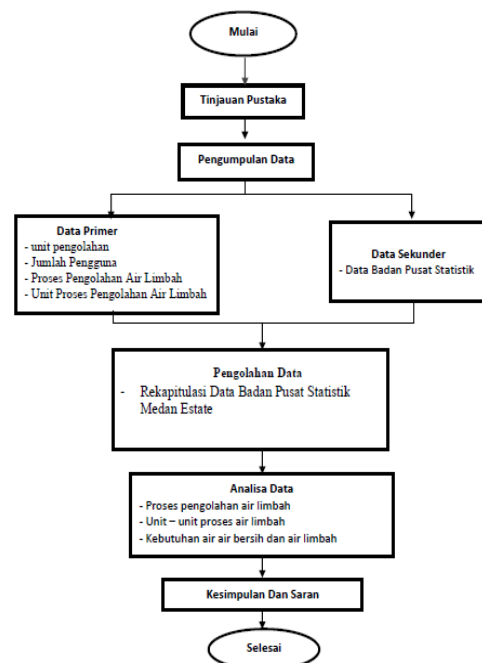
Data sekunder yang sifatnya menunjang dan melengkapi data primer diperoleh dari diperoleh dari Badan Pusat Statistik Medan Estate, Deli Serdang.

2. Data Primer

Data primer, laporan yang di dapat langsung dari lapangan, dari lapanagan dengan cara mengadakan peninjauan atau survey lapangan. Dengan data berikut :

- a. Jumlah Pengguna PDAM Tirtanadi Cabang Cemara.
- b. Proses pengolahan air limbah.
- c. Unit – unit pengolahan air limbah.

II. Bagan Alir



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

III. Hasil dan Pembahasan

3.1 Proses Pengolahan Air Limbah

Sumber air limbah dari instalasi Pengolahan Air Limbah Cabang Cemara adalah air limbah rumah tangga yang umumnya terdiri dari kotoran manusia (Feses dan urin), air bekas cucian, dan lain sebagainya. Proses pengolahan limbah pada instalasi Pengolahan Air Limbah Cabang Cemara berasal dari rumah pelanggan kemudian disalurkan ke *pumping station*, selanjutnya air limbah tersebut dialirkan menuju bak pengumpul utama air limbah (*Inlet*).

3.2 Unit–Unit Pengolahan Air Limbah

Unit – unit Pengolahan Air Limbah yang terdapat pada instalasi pengolahan air limbah ialah sebagai berikut :

1. *Inlet*

Inlet merupakan bak pengumpul utama air limbah yang terletak didalam tanah yang berukuran panjang 2 m, lebar 2 m dan Tinggi 8 m, bangunan inlet memiliki kapasitas menampung air limbah sebesar 128 m³. Air limbah masuk secara gravitasi melalui trunk sewer dari bahan *concrete pipe reinforced RCP* Ø 1300 mm dan *pumping station* di Jl. HM Yamin dengan debit maksimum 20,137 m³/jam dan dari Kecamatan Medan Estate dengan debit maksimum 2.945 m³/jam atau 70.680 m³/hari.

2. *Screw Pumps*

Screw Pumps berfungsi untuk memompakan air limbah dari *inlet* pada elevasi +8,87 sampai pada ketinggian +16,59 yang cukup untuk dapat mengalirkan air limbah secara gravitasi ke unit instalasi pengolahan air limbah selanjutnya. Pompa yang digunakan adalah jenis *Arccrimedia Screw*. Tipe pompa ini merupakan jenis yang tepat digunakan untuk mengangkat air terutama bila air limbah mengandung partikel/benda yang keras dan besar. Pada kondisi saat ini tahap 1 dibutuhkan 2 unit pompa dengan kapasitas masing-masing 1.310 m³/jam. 1 pompa untuk kondisi normal dan 1 unit lagi untuk kapasitas maksimum. Unit ini dilengkapi pula dengan pipa *by pass* ke sungai kera (*overflow*).

3. *Screen*

Screen (saringan) berfungsi untuk menyisihkan benda-benda yang terbawa dalam aliran. Dengan demikian tidak mengganggu aliran dan dapat melindungi instalasi pengolahan dari kemungkinan penyumbatan/rusakannya peralatan pada unit-unit selanjutnya.

Screen terdiri dari 2 jenis yaitu:

- Saringan kasar (*bar screen*) dengan jarak antara kisi adalah 50 mm, bekerja secara normal.
- Saringan halus (*fine screen*) dengan jarak antara kisi adalah 6 mm, bekerja secara otomatis.

Kotoran yang terkumpul pada *screen* dibuang ke dalam kontainer yang selanjutnya diangkat ke tempat pembuangan akhir. *Bar Screen* dan *fine screen* memiliki kapasitas penyaringan air limbah sebesar 2700 m³/jam.

4. *Grit Chamber*

Grit Chamber berfungsi untuk memisahkan kerikil dan pasir yang terbawa dalam aliran untuk mencegah penyumbatan dan terbentuknya endapan pasir dalam *reactor UASB*. Pemisahan pasir ini dilakukan secara mekanikal dan dilengkapi dengan alat untuk membuang pasir ke luar bangunan yaitu *grit washing* yang berada disamping bangunan *grit chamber*.

5. *Splitter Box*

Splitter Box adalah Sebuah tangki pembagi aliran yang berfungsi untuk mendistribusikan aliran ke unit pengolahan utama (*reactor UASB*). Tangki ini memiliki dimensi panjang 4 m, lebar 7 m, dan tinggi 2 m. Tangki pembagi aliran ini memiliki 6 (enam) *outlet* yang masing-masing memiliki kapasitas sebesar 450 m³/jam.

6. *UASB Reactor*

UASB merupakan singkatan dari *Up Flow Anaerobic Sludge Blangket* yang sering juga dikenal dengan istilah Pengolahan Air Limbah Menggunakan Selimut lumpur *Anaerobic* Sistem Aliran ke Atas. Sesuai dengan namanya, air buangan yang masuk dialirkan ke atas dan akan mengalami kontak dengan mikroorganisme yang terdapat pada selimut lumpur. Pada selimut lumpur ini terjadi proses pengolahan air buangan tersebut.

Saat ini terdapat satu unit reaktor *UASB* dengan volume masing-masing 3.040 m³ (Panjang 19,2 x Lebar 39,02 x Tinggi 4,06). Dengan detensi rata-rata 7 jam, diharapkan efisiensi pemisah BOD pada proses ini adalah 79%. *Reactor UASB* ini memiliki kapasitas sebesar 434 m³/jam. Dalam proses ini juga akan dihasilkan gas methana yang dapat dimanfaatkan sebagai tenaga listrik, namun untuk saat ini gas methana yang terkumpul belum dapat dimanfaatkan sebagai tenaga listrik karena jumlah gas methana yang terkumpul masih terlalu sedikit.

7. *Gas Holder Tank*

Gas holder tank adalah bangunan yang berbentuk tabung, yang berfungsi untuk menampung gas methana yang terbentuk dari proses pengolahan limbah secara anaerobik yang terjadi pada *reactor UASB*.

8. *Sludge Drying Beds*

Sludge Drying Beds adalah tempat untuk mengeringkan lumpur yang dihasilkan dari *reactor UASB*. Pada saat ini terdapat 13 unit *sludge drying beds* dengan kapasitas 36 m³ lumpur, yang siap untuk digunakan. *Sludge drying beds* memiliki ukuran panjang 10 m x lebar 22 m, dan dengan kedalaman 0,4 m pada bagian tengah nya. Pada unit ini lumpur dikeringkan dengan bantuan sinar matahari selama 4 minggu dimulai dari siklus pengisian, pengeringan, pembersihan dan perbaikan.

9. *Aerated & Facultative Pond*

Merupakan kelanjutan proses pengolahan air limbah dari *UASB* sehingga memenuhi kriteria persyaratan yang ditetapkan pemerintah. Kolam aerasi ini dilengkapi dengan 2 unit aerator yang berfungsi untuk menginjeksi oksigen agar kadar

oksigen di dalam air cukup sehingga mikro-organismenya dapat hidup dan air menjadi lebih bersih. Kedalaman kolam ± 2,5 m untuk mencegah dasar kolam tergerus oleh turbulensi dari aerator. Kolam fakultatif berfungsi untuk memisahkan suspended solid yang berasal dari proses aerasi.

10. Pembuangan Saluran Air

Setelah air limbah diproses melalui proses pengolahan limbah cair domestik sampai air limbah itu bersih dan tidak berbau lagi selanjutnya air limbah dapat disalurkan kesungai agar sungai tidak tercemar.

IV. Analisa Data

4.1 Data Ketinggian Air Limbah

Tabel 1. Ketinggian air skala v'notch

| Tinggi air | Kapasitas | |
|------------|-------------|---------------------|
| | Liter/Detik | m ³ /jam |
| 14 | 10,2 | 36,6 |
| 15 | 12,5 | 45 |
| 16 | 14,4 | 52 |
| 17 | 16,6 | 59,7 |
| 23 | 36,6 | 128,2 |
| 24 | 39,2 | 14,1 |
| 25 | 43,1 | 155,1 |
| 26 | 47,2 | 169,7 |
| 27 | 52,9 | 190,4 |
| 33 | 85,8 | 308,8 |
| 34 | 93,9 | 338,2 |
| 35 | 100,4 | 361,3 |
| 36 | 107,1 | 385,3 |
| 37 | 116,4 | 418,8 |
| 38 | 123,7 | 445 |
| 53 | 282,8 | 1017 |
| 54 | 295,1 | 1062 |
| 55 | 312 | 1123 |
| 56 | 325 | 1170 |

Sumber: PDAM Tirtanadi Cabang Cemara

4.2 Jumlah Pengguna Air Limbah Cabang Cemara

Jumlah pelanggan PDAM TIRTANADI dalam kurun waktu 10 tahun sebagai berikut :

Tabel 2. Pengguna Air Limbah Cemara

| Bln | Pengguna | | | | | | | | | |
|-----|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | Tahun | | | | | | | | | |
| | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| Jan | 2998 | 3122 | 3892 | 3567 | 3356 | 3677 | 3877 | 3570 | 3098 | 3706 |
| Feb | 3878 | 3356 | 3872 | 3422 | 3354 | 3689 | 3876 | 3520 | 3915 | 3776 |
| Mar | 3459 | 3657 | 3867 | 3476 | 3358 | 3679 | 3893 | 3590 | 3915 | 3747 |
| Apr | 3324 | 3198 | 3809 | 3498 | 3347 | 3645 | 3899 | 3509 | 3921 | 3721 |
| Mei | 3326 | 3712 | 3833 | 3487 | 3387 | 3675 | 3811 | 3522 | 3925 | 3749 |
| Jun | 3459 | 3300 | 3877 | 3476 | 3376 | 3678 | 3843 | 3521 | 3928 | 3726 |
| Jul | 2692 | 2980 | 3899 | 3465 | 3361 | 3691 | 3871 | 3591 | 3944 | 3719 |
| Ags | 3149 | 3076 | 3879 | 3458 | 3328 | 3622 | 3801 | 3578 | 3911 | 3798 |
| Sep | 3798 | 2909 | 3876 | 3468 | 3329 | 3688 | 3805 | 3598 | 3978 | 3376 |
| Okt | 3982 | 3405 | 3009 | 3496 | 3301 | 3609 | 3810 | 3576 | 3932 | 3791 |
| Nov | 3249 | 3099 | 3801 | 3491 | 3390 | 3680 | 3890 | 3554 | 3919 | 3768 |
| Des | 3324 | 3011 | 3908 | 3429 | 3320 | 3620 | 3860 | 3533 | 3949 | 3799 |

Sumber : PDAM Tirtanadi Cabang Cemara

4.3 Perkiraan Kebutuhan Air Bersih

Perkiraan kebutuhan Air bersih masyarakat pelanggan PDAM Tirtanadi Cabang Cemara tahun 2020 dapat diketahui melalui proyeksi jumlah penduduk dan fasilitas – fasilitas yang terdapat pada PDAM Tirtanadi cabang Cemara. Adapun rincian dari perkiraan kebutuhan air bersih masyarakat Cemara adalah sebagai berikut :

a. Perkiraan Kebutuhan Air Bersih Dan Pengeluaran Air Limbah Untuk Seluruh Masyarakat pemukiman

Dari hasil perkiraan jumlah penduduk, diperoleh Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/menkes/sk/XI/2002, Standar kebutuhan air bersih untuk setiap orang dengan lokasi kota sedang adalah 120 liter/orang/hari. Maka kebutuhan air bersih untuk pemukiman adalah :

- Jumlah rumah yang dilayani = 1.300 rumah
- Asumsi satu rumah 5 orang = 1.300 x 5 orang = 6.500 orang

$$Q_{md} = P_n \times q$$

$$\begin{aligned} \text{Debit air bersih} &= 6.500 \times 120 \text{ liter/orang/hari} \\ &= 780.000 \text{ liter/hari} \\ &= 780 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$Q_r = f_{md} \times (80\%)$$

$$\text{Debit air limbah} = 780 \text{ m}^3/\text{hari} \times 80\% = 624 \text{ m}^3/\text{hari}$$

b. Perkiraan Kebutuhan Air Bersih Dan Pengeluaran Air Limbah Untuk Fasilitas Perkantoran

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik, total jumlah pegawai/karyawan Deli Serdang pada tahun 2020 adalah 12.227 orang. Maka perkiraan jumlah standar kebutuhan air untuk Fasilitas Perkantoran adalah 90 liter/pegawai/hari (Sularso, 2010).

Tabel 3. Data jumlah pegawai/karyawan Laki-laki dan perempuan

| NO. | Tahun | Jenis Kelamin | | Total |
|-----|-------|---------------|-------------|-------------|
| | | Laki – laki | Perempuan | |
| 1. | 2020 | 1.569 Orang | 1.874 Orang | 3.443 Orang |

Sumber : Badan Pusat Statistik Medan Estate

Maka perkiraan kebutuhan air bersih untuk fasilitas perkantoran adalah :

- Total Keseluruhan 3.443 orang
- Debit air bersih = 3.443 x 50 liter/pegawai/hari = 172.150 liter/hari = 172,15 m³/hari

$$Q_r = f_{md} \times (80\%)$$

- Debit air limbah = $172.15 \text{ m}^3/\text{hari} \times 80\%$
= $137.72 \text{ m}^3/\text{hari}$

c. Perkiraan Kebutuhan Air Bersih dan Pengeluaran Air Limbah Untuk Fasilitas Pendidikan

Dalam memperkirakan jumlah pegawai, guru, dan murid digunakan data – data jumlah pegawai, guru, dan murid dalam Badan Statistik. Perkiraan kebutuhan air bersih dan pengeluaran air limbah untuk fasilitas pendidikan adalah 30 liter/orang/hari (Sularso, 2010). Adapun data data jumlah Sekolah pada Cemara dan sekitarnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. Data jumlah pegawai, guru, dan murid Pelanggan Pdam Tirtanadi Cabang Cemara

| NO | Tahun | Jumlah Murid, Guru dan Pegawai | | | | | Total |
|----|-------|--------------------------------|-------|---------|--------|-----|-------|
| | | TK | SD/MI | SMP/MTs | SMA/MA | PT | |
| 1 | 2020 | 86 | 370 | 482 | 590 | 720 | 2.248 |

Sumber : Badan Pusat Statistik Medan Estate

Maka perkiraan Kebutuhan air bersih dan Pengeluaran Air Limbah untuk fasilitas pendidikan adalah :

- Total Keseluruhan 2.248 orang

$$Q_{md} = P_n \times q$$

- Debit air bersih = $2.248 \times 50 \text{ l/orang/hari}$
= $112.400 \text{ liter/hari}$
= $112.4 \text{ m}^3/\text{hari}$

$$Q_r = f_{md} \times (80\%)$$

- Debit air limbah = $112,4 \text{ m}^3/\text{hari} \times 80\%$
= $89,92 \text{ m}^3/\text{hari}$

d. Perkiraan Kebutuhan Air Bersih Dan Pembuangan Air Limbah Untuk Fasilitas Peribadatan

Perkiraan kebutuhan air bersih dan pengeluaran air limbah untuk fasilitas pendidikan adalah 40 liter/orang/hari (Sularso, 2010). Adapun data data jumlah tempat peribadatan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5. Data jumlah fasilitas peribadatan

| NO | Tahun | Saran | | | | | | Total |
|----|-------|--------|-----------|------------------|----------------|------------|--------|-------|
| | | Mesjid | Mushallah | Gereja Protestan | Gereja Katolik | Kuil/ Pura | Vihara | |
| 1. | 2020 | 9 | 1 | 2 | 3 | 3 | - | 19 |

Sumber : Badan Pusat Statistik Deli Serdang

Maka perkiraan Kebutuhan air bersih dan Pengeluaran Air Limbah untuk fasilitas peribadatan diperkirakan perhari 500 orang/hari adalah :

- Total Keseluruhan 500 orang/hari

$$Q_{md} = f_{md} \times q$$

- Debit air bersih = $500 \times 50 \text{ liter/orang/hari}$
= $25.000 \text{ liter/hari}$
= $25 \text{ m}^3/\text{hari}$

$$Q_r = f_{md} \times 80\%$$

- Debit air limbah = $25 \text{ m}^3/\text{hari} \times 80\%$
= $20 \text{ m}^3/\text{hari}$

e. Perkiraan Kebutuhan Air Bersih Dan Pengeluaran Air Limbah Untuk Fasilitas Kesehatan

Dalam standar kebutuhan air bersih untuk Fasilitas Kesehatan adalah 250 liter/tempat tidur/hari (Sularso, 2010) Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik, yang dialiri oleh PDAM Tirtanadi untuk fasilitas kesehatan 4 rumah sakit dibagi oleh rumah sakit swasta dan negeri. Adapun Pembagian sebagai berikut :

Tabel 6. Data Jumlah Rumah Sakit

| NO. | Tahun | Total Tempat Tidur | | Total |
|-----|-------|----------------------|----------------------|-------|
| | | Swasta 3 Rumah sakit | Negeri 1 Rumah Sakit | |
| 1. | 2020 | 1.400 | 530 | 1.930 |

Sumber : Badan Pusat Statistik Medan Estate, Deli Serdang

- Total Keseluruhan 1.930 orang

$$Q_{md} = P_n \times q$$

- Debit air bersih = $1.930 \times 250 \text{ liter/orang/hari}$
= $482.500 \text{ liter/hari}$
= $482,5 \text{ m}^3/\text{hari}$

$$Q_r = f_{md} \times 80 \%$$

- Debit air limbah = $482,5 \text{ m}^3/\text{hari} \times 80\%$
= $386 \text{ m}^3/\text{hari}$

4.4 Kebutuhan Total Air Bersih Dan Air Limbah

a. Total Air Bersih

Kebutuhan total air bersih per hari pada tahun 2020 adalah jumlah keseluruhan kebutuhan air bersih masyarakat dan fasilitas-fasilitas yang ada, yaitu:

$$= (780 + 172,15 + 112,4 + 25 + 482,8)$$

$$= 1.572,35 \text{ m}^3/\text{hari}$$

b. Pengeluaran Total Air Limbah

Pengeluaran total air bersih per hari pada tahun 2020 adalah jumlah keseluruhan kebutuhan air bersih masyarakat dan fasilitas-fasilitas yang ada, yaitu:

$$= (624 + 137,72 + 89,92 + 20 + 386)$$

$$= 1.257,64 \text{ m}^3/\text{hari}$$

V. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan yang didapatkan, dapat ditarik beberapa kesimpulan mengenai perencanaan sistem penyaluran air limbah dan bangunan instalasi pengolahan air limbah domestik di PDAM Tirtanadi Cabang Cemara diantaranya adalah :

1. Berdasarkan hasil analisis untuk proses pengolahan air limbah yang dilakukan IPAL Cemara dimulai dari penampungan air limbah yang berasal dari rumah tangga domestik dan kemudian di salurkan secara gravitasi melalui pumping station selanjutnya air limbah tersebut dialirkan menuju bak pengumpul utama air limbah (*inlet*) yang berada di lokasi Pengolahan Air Limbah Cemara, kemudian air limbah tersebut akan diproses ke unit pengolahan selanjutnya yaitu *Screw Pumps, Screen, Grit Chamber, Spiltter Box, Reactor UASB, Skimming Tank*, setelah airnya tidak bau dan tidak hitam atau tidak berbahaya lagi barulah di salurkan ke sungai agar tidak tercemar.
2. Berdasarkan hasil analisis untuk unit instalasi pengolahan air limbah PDAM Tirtanadi Cabang Cemara sudah memenuhi Standar Operasional, namun perlu diadakannya perbaikan beberapa unit yang sedang rusak agar kinerja dari pengolahan air limbah bisa lebih optimal.
3. Total pemasukan air limbah dari masyarakat dan fasilitas fasilitas yang ada yaitu 1.257,64 m³/hari, cukup maksimal untuk menampung air limbah dari bak penampungan yaitu dapat menampung 70.680 m³/hari.

4.2. Saran

Terdapat beberapa saran yang perlu dipertimbangkan setelah tersusunnya analisa dan pengamatan pengolahan air limbah yaitu :

1. Perlu diadakannya pemeliharaan rutin pada saluran air limbah baik itu bak pengendapan maupun sumur pengumpul dan saluran drainase di PDAM Tirtanadi Cabang Cemara.
2. Partisipasi dan kesadaran penduduk diharapkan dapat menjaga saluran yang telah ada untuk tidak membuang sampah dan merusak saluran tersebut, baik itu saluran limbah maupun saluran drainase.
3. Untuk unit – unit proses pengolahan air limbah perlu diadakannya perkembangan alat alat agar hasil dari pengolahan air limbah agar lebih maksimal.

Daftar Pusaka

- [1]. Catalog, 2020, *Badan Pusat Statistik Kecamatan Medan Estate Kabupaten Deli Serdang*.
- [2]. Harahap, Rumilla, 2013, *Rekayasa Hidrologi*. Medan : UNIMED Press
- [3]. Keputusan Menteri Kesehatan Indonesia No. 1405/menkes/sk/XI/2002. *Tentang Standar Air Bersih*.
- [4]. Keputusan Menteri Kesehatan Indonesia Permenkes Permenkes No.416/Menkes/PER/IX/1990. *Tentang Syarat Air Bersih*
- [5]. Metcalf dan Eddy Inc., 1979, *Wastewater Engineering, Treatment, Disposal, Re Use*, Mc Graw – Hill Sereis Water Resouces and Environmental Engineering, (New York : Mc Graw – Hill Book Co.).
- [6]. Maindoka, J., 2011, *Analisa Pemakaian Air Bersih Kota Pangkep*. Makasar: UNHAS.
- [7]. Parker, P.E dan Horner W., 1975, *Wastewater System Engineering* (New Jersey : Prentice Hall Inc.).