

**PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR
DI IPA TEMBELANG PDAM TIRTA KENCANA
KABUPATEN JOMBANG**

TUGAS AKHIR



Disusun oleh:

MUHAMMAD ALFAN AL FARISYI

H05216015

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA**

2020

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Muhammad Alfian Al Farisyi

NIM : H05216015

Program Studi : Teknik Lingkungan

Angkatan : 2016

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan tugas akhir saya yang berjudul **“Perencanaan Instalasi Pengolahan Air di IPA Tembelang PDAM Tirta Kencana Kabupaten Jombang”**. Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 27 Oktober 2020



ng menyatakan

Muhammad Alfian Al Farisyi

NIM. H05216015

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini ditulis oleh

Nama : Muhammad Alfian Al Farisyi
NIM : H05216015
Judul : Perencanaan Instalasi Pengolahan Air di IPA Tembelang PDAM
Tirta Kencana Kabupaten Jombang

Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, Oktober 2020

Dosen Pembimbing 1



Arzow Priadi, M.Eng

NIP. 198701032014031001

Dosen pembimbing 2



Yusranti, M.T

NIP. 198210222014032001

PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Tugas Akhir Muhammad Alfian Al Farisyi ini telah dipertahankan
di depan tim penguji tugas akhir
di Surabaya, 23 Oktober 2020

Mengesahkan,

Dewan Penguji

Penguji 1



Arqowi Pribadi, M.Eng

NIP. 198701032014031001

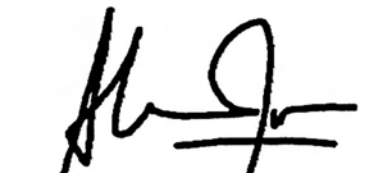
Penguji 2



Yusrianti, M.T

NIP. 198210222014032001

Penguji 3



Rr. Diah Nugraheni S. M.T

NIP. 198205012014032001

Penguji 4



Teguh Taruna Utama, M.T

NIP. 201603319

Mengetahui

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Ampel Surabaya



Rusdiyah, M.Ag

NIP. 197312272005012003



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN**

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax. 031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Muhammad Alfani Al Farisyi
NIM : H05216015
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI/ TEKNIK LINGKUNGAN
E-mail address : alfan.alfarisyi12@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul :

PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR DI IPA TEMBELANG

PDAM TIRTA KENCANA KABUPATEN JOMBANG

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara **fulltext** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 13 Januari 2021

Penulis

(Muhammad Alfani Al Farisyi)

**PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR DI IPA TEMBELANG
PDAM TIRTA KENCANA KABUPATEN JOMBANG**

Kata-kata kunci : proyeksi penduduk, kebutuhan air, perencanaan, pengolahan, anggaran

WATER TREATMENT DESIGN AT WTP TEMBELANG MUNICIPAL WATERWORKS TIRTA KENCANA JOMBANG DISTRICTS

Keywords: population projection, water demand, planning, treatment, budget

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	iii
PEDOMAN TRANSLITERASI	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
BAB I.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	2
1.3. Rumusan Masalah	2
1.4. Tujuan.....	2
1.5. Ruang Lingkup	2
1.6. Batasan masalah	3
1.7. Manfaat.....	3
BAB II	4
2.1 Proyeksi Penduduk	4
2.1.1 Metode Aritmatik.....	4
2.1.2 Metode Geometri	4
2.1.3 Metode Least Square	5
2.2 Kebutuhan Air Bersih.....	5
2.3 Perencanaan IPA	7

PENDAHULUAN

pada tahun 2040 diperkirakan sebanyak 55.573 jiwa dengan kebutuhan air sebesar 160 lps untuk kebutuhan sehari-hari belum termasuk kebutuhan untuk persawahan, industri rumahan, dan kegiatan lainnya.

1.2. Identifikasi Masalah

1.3. Rumusan Masalah

1.4. Tujuan

1.5. Ruang Lingkup

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 25 Tahun 2004 Tentang Sistem
Perencanaan Pembangunan Nasional

3. Perencanaan yang dilakukan adalah IPA dengan kapasitas 80 lps
4. Debit air perencanaan didapatkan dari proyeksi penduduk Kecamatan Tembelang tahun 2040 dikali dengan kebutuhan air per orang hari
5. Air baku diambil dari Sungai Brantas dengan titik koordinat intake 7° 26' 43.47"S 112° 15' 58.74"E

1.6. Batasan masalah

Batasan masalah dari perencanaan IPA ini adalah:

1. Perencanaan IPA di Kecamatan Tembelang
2. Perhitungan debit air tidak termasuk kebutuhan air dari fasilitas umum
3. Perhitungan RAB menggunakan harga satuan Kabupaten Jombang Tahun 2019

1.7. Manfaat

Manfaat dari Perencanaan IPA ini adalah:

1. Penduduk Kecamatan Tembelang mendapat pelayanan air bersih dari PDAM
2. Sebagai masukan bagi PDAM untuk melakukan pengembangan IPA

$$P_n = P_0 + (1 + r)^n$$

Keterangan:

P_n	: jumlah penduduk pada akhir tahun periode
P_o	: jumlah penduduk pada awal priyeksi
r	: rata-rata pertambahan penduduk tiap tahun
n	: waktu proyeksi

2.1.3 Metode Least Square

Proyeksi dengan metode ini digunakan untuk garis regresi linear. Dimana, data perkembangan penduduk masa lampau menggambarkan kecenderungan garis linear, meskipun perkembangan penduduk tidak selalu bertambah. Rasio pertumbuhan penduduk dengan metode aritmatika dapat dihitung dengan menggunakan persamaan koefisien korelasi regresi sebagai berikut:

$$P_n = a + (bt)$$

Keterangan:

t	: tambahan tahun terhitung dari tahun dasar
a	: $\{(\Sigma p)(\Sigma t^2) - (\Sigma t)(\Sigma p.t)\} / \{n(\Sigma t^2) - (\Sigma t)^2\}$
b	: $\{n(\Sigma p.t) - (\Sigma t)(\Sigma p)\} / \{n(\Sigma t^2) - (\Sigma t)^2\}$

Untuk menentukan metode proyeksi terlebih dahulu mencari nilai koefisien korelasi (r) untuk tiap metode. Nilai koefisien korelasi yang mendekati 1 (satu) lah yang dipakai unruk menentukan metode proyeksi yang digunakan. persamaan koefisien korelasi yang digunakan sebagai berikut:

$$r = \frac{n \cdot \Sigma XY - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{\sqrt{(n \cdot \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2)(\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2)}}$$

2.2 Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air bersih didapatkan dari hasil perkalian antara jumlah penduduk pada tahun proyeksi dengan kebutuhan air per orang hari. Perhitungan ini menjadi dasar penentuan debit produksi air pada IPA. Berikut ini beberapa rumus untuk mencari kebutuhan air bersih.

a. Tingkat pelayanan

Tingkat pelayanan adalah jumlah penduduk yang akan tersambung dengan pipa distribusi air PDAM sesuai dengan target perencanaan di daerah tersebut. Untuk menghitung tingkat pelayanan dapat dihitung dengan rumus berikut:

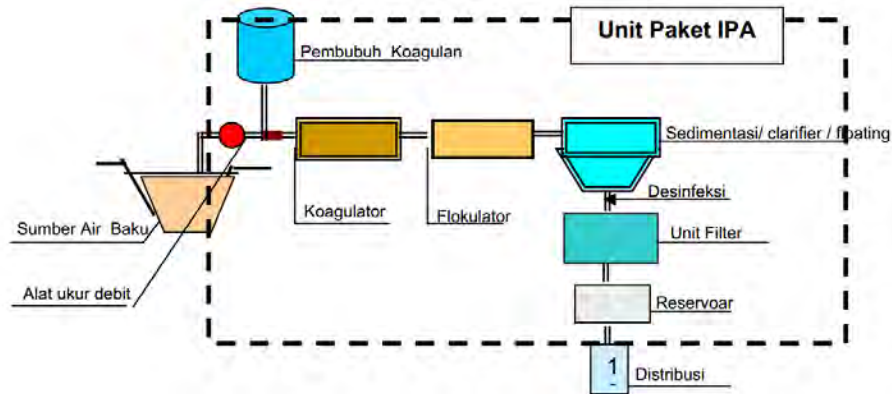
Air menjadi sumber kehidupan bagi semua makhluk hidup. Air merupakan sumber daya alam yang tidak akan habis tetapi hanya akan berubah wujud seperti pada siklus hidrologi. Manusia membutuhkan air untuk keberlangsungan hidupnya salah satunya adalah kebutuhan air bersih untuk dikonsumsi setiap harinya. Hal ini dijelaskan firman Allah SWT dalam Surah Al Baqarah Ayat 60 yang berbunyi:

Dan (ingatlah) ketika Musa memohon air untuk kaumnya, lalu Kami berfirman, “Pukullah batu itu dengan tongkatmu!” Maka memancarlah daripadanya dua belas mata air. Setiap suku telah mengetahui tempat minumnya (masing-masing). Makan dan minumlah dari rezeki (yang diberikan) Allah, dan janganlah kamu melakukan kejahatan di bumi dengan berbuat kerusakan (Q.S. Al Baqarah: 60)

Paket instalasi pengolahan air adalah suatu instalasi pengolahan air menjadi air bersih melalui proses pencampuran, pengendapan, dan penyaringan dalam satu bangunan. Perencanaan paket IPA harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Tersedianya air baku dalam segi kuantitas, kontinuitas, dan kualitas sepanjang tahun
2. Tersedianya lahan untuk pembangunan unit paket IPA
3. Sesuai dengan ketentuan yang berlaku (kriteria desain IPA, luas lahan IPA, dan sarana pelengkap dalam IPA)

Komponen paket unit Instalasi Pengolahan Air (IPA) dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 2. 1 Unit Paket IPA

Sumber: SNI 6773:2008

Setiap unit pengolahan air memiliki desain dan jenis berbeda-beda. Jenis-jenis unit pengolahan disajikan pada tabel 2.2 dibawah ini.

Tabel 2. 2 Komponen Paket Unit Pengolahan Air

No	Komponen	Jenis
1	Komponen Utama	
	Unit Pengambil Air Baku	Air Permukaan, Air Tanah
	Pengukur Aliran Air	Ambang Tajam, Turbin, Pitot, Elektromagnetik dan Ultrasonik
	Pembubuh Larutan Kimia	Pompa Dosing, Gravitasi
	Mixer	Mekanis, Hidrolis, In Line dan Kompresor
	Koagulasi	Hidrolis, Mekanis
	Flokulasi	Hidrolis, Mekanis
	Sedimentasi/Klarifikasi	Gravitasi, Floating
	Filtrasi	Saringan Pasir Cepat
	Desinfeksi	Pompa Dosing
2	Komponen Penunjang	
	Penampung	Reservoar
	Distribusi	Gravitasi, Pemompaan

Sumber: SNI 6773:2008

2.3.1 Air Baku

Air baku adalah air yang berasal dari sumber air permukaan, cekungan air tanah dan/atau air hujan yang memenuhi baku mutu tertentu sebagai air baku untuk air minum (SNI 6774, 2008). Pemeriksaan kualitas air baku dilakukan dengan meninjau 3 aspek (fisik, kimia, mikrobiologis). Hasil sampling air dari sumber air baku di uji dalam labooratorium yang telah ditunjuk sebagai laboratorium rujukan

- Kekeruhan ≤ 600 NTU (NTU = Nephelometric Turbidity Unit) atau mg/L SiO_2
- Warna asli ≤ 100 Pt Co dan warna sementara mengikuti kekeruhan air
- Unsur-unsur lainnya memenuhi syarat baku mutu air baku dalam PP No. 61 tahun 2001
- Air baku yang memiliki warna, Fe, dan atau bahan organik yang melebihi syarat diatas tetapi nilai kekeruhan < 50 NTU maka pengolahan digunakan IPA sistem flotasi atau sistem lain yang dapat mengolah sesuai baku mutu

iliki warna, Fe, dan
nilai kekeruhan <
m flotasi atau siste

4 kelas yaitu:

- air yang digunakan untuk air baku air minum, dan
- g harus memiliki kualitas yang sama dengan kegun

- air yang digunakan untuk air baku air minum, dan harus memiliki kualitas yang sama dengan kegunaan tersebut.
- II, air yang digunakan untuk rekreasi air, perikanan, dan/ atau keperluan lain yang harus memiliki kualitas yang sama dengan kegunaan tersebut.
- III, air yang digunakan untuk perikanan, peternakan, dan/ atau keperluan lain yang harus memiliki kualitas yang sama dengan kegunaan tersebut.
- IV, air yang digunakan untuk pengairan dan/ atau keperluan lain yang harus memiliki kualitas yang sama dengan kegunaan tersebut.

Kriteria mutu air dari setiap kelas yang telah disebutkan diatas diperinci dari ketiga aspek (fisik, kimia, mikrobiologis) dengan parameter sebagai berikut:

Tabel 2. 3 Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas

PARAMETER	SATUAN	KELAS				KETERANGAN
		I	II	III	IV	
FISIKA						
Temperatur	°C	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 5	Deviasi temperatur dari alamiahnya
Residu Terlarut	mg/L	1000	1000	1000	2000	
Residu Tersuspensi	mg/L	50	50	400	400	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, residu tersuspensi < 5000 mg/L
KIMIA ORGANIK						
pH		6 – 9	6 – 9	6 – 9	5 – 9	Apabila secara alamiah di luar rentang tersebut, maka ditentukan berdasarkan kondisi alamiah
BOD	mg/L	2	3	6	12	
COD	mg/L	10	25	50	100	
DO	mg/L	6	4	3	0	Angka batas minimum
Total fosfat sbg P	mg/L	0,2	0,2	1	5	
NO3 sebagai N	mg/L	10	10	20	20	
NH3-N	mg/L	0,5	(-)	(-)	(-)	Bagi Perikanan,kandungan amonia bebas untuk ikan yang peka < 0,02 mg/L sebagai NH3
Arsen	mg/L	0,05	1	1	1	
Kobalt	mg/L	0,2	0,2	0,2	0,2	
Barium	mg/L	1	(-)	(-)	(-)	
Boron	mg/L	1	1	1	1	
Selenium	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,05	
Kadmium	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	
Khrom (VI)	mg/L	0,05	0,05	0,05	1	
Tembaga	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,2	Bagi pengolahan air minum secara konvensional,Cu < 1 mg/L
Besi	mg/L	0,3	(-)	(-)	(-)	Bagi pengolahan air minum secara

PARAMETER	SATUAN	KELAS				KETERANGAN
		I	II	III	IV	
						konvensional, Fe < 5 mg/L
Timbal	mg/L	0,03	0,03	0,03	1	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Pb < 0,1 mg/L
FISIKA						
Mangan	mg/L	0,1	(-)	(-)	(-)	
Air Raksa	mg/L	0,001	0,002	0,002	0,005	
Seng	mg/L	0,05	0,05	0,05	2	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Zn < 5 mg/L
Khlorida	mg/L	600	(-)	(-)	(-)	
Sianida	mg/L	0,02	0,02	0,02	(-)	
Fluorida	mg/L	0,5	1,5	1,5	(-)	
Nitrit sebagai N	mg/L	0,06	0,06	0,06	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, NO ₂ -N < 1 mg/L
Sulfat	mg/L	400	(-)	(-)	(-)	
Khlorin bebas	mg/L	0,03	0,03	0,03	(-)	Bagi ABAM tidak dipersyaratkan
Belerang sebagai H ₂ S	mg/L	0,002	0,002	0,002	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, S sebagai H ₂ S < 0,1 mg/L
MIKROBIOLOGI						
Fecal coliform	Jml/100 ml	100	1000	2000	2000	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, fecal coliform < 2000 jml/100 mL dan Total coliform < 10000 jml/100 mL
Total coliform	Jml/100 ml	1000	5000	10000	10000	
RADIOAKTIVITAS						
Gross-A	Bq/L	0,1	0,1	0,1	0,1	
Gross-B	Bq/L	1	1	1	1	
KIMIA ORGANIK						
Minyak dan lemak	µg/L	1000	1000	1000	(-)	
Detergen sebagai MBAS	µg/L	200	200	200	(-)	

Pada intake terdapat komponen *screen*, pembersih *screen*, pompa, pipa transmisi, pintu air, dan aksesoris pipa (*valve*, *elbow*, *tee*). *Screening* adalah proses pemisahan air baku dengan benda berukuran besar dengan sebuah alat penyaring dengan diameter lubang tertentu. *Screening* berfungsi untuk melindungi pompa intake dari benda-benda yang dapat merusak pompa dan mencegah masuknya benda atau partikel ke instalasi pengolahan air.

	Spesifikasi Pompa
	Aliran axial, aliran campuran, dan aliran centrifugal
	Elektromotor dengan daya 220/ 380volt dan kecepatan putaran maksimal 2900 rpm
	Mampu bekerja 15 jam/ hari dengan suhu 50°C
	Casing pompa terbuat dari cast iron
	Pelat pompa terbuat dari stainless steel, high chrome steel, cast iron special dan bronze;
	Pompa dilengkapi satu set pressure gauge, 0,50 kg/cm ² ;
	Pompa dilengkapi dengan rantai dan pipa discharge flexible lengkap dengan fitting untuk menyambungkan pipa tranmisi air baku
Kapasitas pompa >10-20% unit paket IPA dan memiliki minimal 1 pompa cadangan dengan tipe, jenis, dan kapasitas yang sama	

1) *Screen*

- $$L = n \times w + (n + 1) \times b$$

- $$V = \frac{Q}{A}$$

- $$\Delta h = \frac{v^2}{2g}$$

- $$H_f = \beta \times \left(\frac{w}{b}\right)^{\frac{4}{3}} \times \Delta h \times \sin \theta$$

θ = sudut kemiringan kisi ($^{\circ}$)

Tabel 2. 5 Faktor Bentuk Kisi

Bentuk Kisi	Faktor Bentuk
Persegi panjang dengan sudut tajam	2,42
Persegi panjang dengan pembulatan di depan	1,83
Persegi panjang dengan pembulatan di depan dan belakang	1,67
Lingkaran	1,79

$$d = \sqrt{\frac{4 A}{\pi}}$$

- $$V = \frac{Q}{A}$$

Keterangan: A = luas penampang pipa (m^2)

Q = debit pengolahan (m^3/s)

3) Pompa intake

- Head pompa dinamis (H_{pompa})

$$\left(\frac{v_{hisap}^2}{2 \times g}\right) + \left(\frac{P_1}{\gamma}\right) + z_1 + h_{pompa} = \left(\frac{v_{keluar}^2}{2 \times g}\right) + \left(\frac{P_2}{\gamma}\right) + z_2 + h_{transmisi}$$

Keterangan: P_1 = tekanan pada panel pompa

P_2 = tekanan pada panel pipa keluaran

Z_1 = elevasi eksisting air masuk di pipa hisap

Z_2 = elevasi eksisting air keluar di pipa transmisi

2.3.4 Bak Pengumpul

Bak Pengumpul adalah unit penampung air baku sebelum dialirkan menuju ke unit instalasi pengolahan air bersih. Untuk penyaluran air menuju ke bak pengumpul, mayoritas menggunakan bantuan gravitasi (*elevated*), namun untuk mengalirkan air dari bak penampung menuju ke instalasi pengolahan air digunakan bantuan pompa.

Waktu tinggal pada bak pengumpul air maksimal selama 30 menit (Hermanto, 2007) dikarenakan jika melebihi waktu tersebut akan terjadi proses sedimentasi pada unit bak pengumpul, sehingga diperlukan maintenance yang berlebihan untuk mengatasi hal tersebut.

Tabel 2. 6 Kriteria Desain Intake

No	Parameter	Unit	Japan Water Works Association tahun 1978 dalam Diktat PBPAM UINSA 2016
1	Kedalaman	m	3-5
2	Waktu tinggal (td)	menit	≥ 1,5

Sumber: *Japan Water Works Association* tahun 1978 dalam Diktat PBPAM UINSA, 2016

Rumus yang digunakan untuk merencanakan unit bak pengumpul adalah sebagai berikut:

- Menentukan volume air di bak pengumpul (m^3)

$$V = Q \times \mathrm{td}$$

- Luas bak pengumpul (A)

$$A_{\text{bak}} = \frac{V_{\text{bak}}}{h_{\text{bak}}}$$

Keterangan: t_d = waktu tunggal (menit)

$$Q = \text{debit air (m}^3/\text{detik)}$$
$$H_{\text{bak}} = \text{tinggi bak (m)}$$

2.3.5 Prasedimentasi dan Sedimentasi

Prasedimentasi adalah bangunan pengolahan air yang memiliki prinsip pengendapan, pengendapan partikel diskirt secara gravitasi (alami). Pengolahan ini terletak di awal proses pengolahan air bersih, sehingga dapat dikatakan unit ini tergolong pada pengolahan *primary treatment*.

Unit prasedimentasi ini berfungsi untuk menyisihkan partikel diskrit dan material kasar lainnya yang memiliki *spesifik gravity* $\geq 1,2$ dan berdiameter $\leq 0,005$ mm yang diendapkan secara gravitasi. Partikel diskrit adalah partikel yang tidak mengalami perubahan bentuk, ukuran, maupun berat pada saat mengendap (Kamawura, 1991).

Sedimentasi adalah proses pengendapan partikel tersuspensi oleh gaya gravitasi. Kecepatan sedimentasi mempengaruhi waktu tinggal air di bak sedimentasi, semakin lama waktu tinggal maka efisiensi removal semakin tinggi. Untuk membuat aliran air tidak turbulen dan flok tidak terangkat menuju outlet bak sedimentasi dilengkapi pelat setler yang terbuat dari *fiberglass*, PVC, dan stainless steel dengan lendutan (defleksi) tidak melebihi 5% pada beban 1285 N/m² (SNI 6773:2008)

Tabel 2. 7 Kriteria Desain Prasedimentasi dan Sedimentasi

No	Kriteria umum	Bak persegi (aliran horizntal)	Bak persegi aliran vertikal (menggunakan tube/plate pengendap)	Bak bundar (aliran vertikal- radial)	Bak bundar (kontak padatan)	Clarifier
1	Beban permukaan (m3/m2/jam)	0,8 - 2,5	3,8 - 7,5*	1,3 - 1,9	2 - 3	0,5 - 1,5
2	Kedalaman (m)	3 - 6	3 - 6	3 - 5	3 - 6	0,5 - 1
3	Waktu tinggal (jam)	1,5 - 3	0,07**	1 - 3	1 - 2	2 - 2,5
4	Lebar/Panjang	> 1/5	-	-	-	-
5	Beban pelimpah (m3/m/jam)	< 11	< 11	3,8 - 15	7 - 15	7,2 - 10
6	Bilangan reynolds	< 2000	< 2000	-	-	< 2000

- $$Q_{V\text{-notch}} = \left(\frac{Q_{\text{pe lim pah}}}{n_{V\text{-notch}}} \right)$$

$$P_{zp} = \text{panjang zona pengendap (m)}$$

- Jumlah gutter (n_{gutter})

$$n_{\text{gutter}} = \left(\frac{n_{\text{pelimpah}}}{2} \right)$$

- $$q_{\text{gutter}} = \frac{Q_{\text{bak}}}{n_{\text{gutter/bak}}}$$

Q = debit pengolahan (m^3/s)

- Luas penampang pipa (A)

$$A = \frac{Q}{v}$$

- $$d = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

v = kecepatan air (m/s)

- Head pompa dinamis (H_{pompa})

$$\left(\frac{v_{hisap}^2}{2 \times g}\right) + \left(\frac{P_1}{\gamma}\right) + z_1 + h_{pompa} = \left(\frac{v_{keluar}^2}{2 \times g}\right) + \left(\frac{P_2}{\gamma}\right) + z_2 + h_{transmisi}$$

P_2 = tekanan pada panel pipa keluaran

Z_1 = elevasi eksisting air masuk di pipa hisap

[illegible]

8. Bak outlet prasedimentasi

- Menentukan volume air di bak pengumpul (m^3)

$$V = Q \times \mathrm{td}$$

- Luas bak pengumpul (A)

$$A_{\text{bak}} = \frac{V_{\text{bak}}}{h_{\text{bak}}}$$

- Luas penampang pipa (A)

$$A = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2$$

- Debit pengurasan (Q)

$$Q = Cd \times A \times \sqrt{2 \times g \times h}$$

- Waktu pengurasan (t)

$$t = \frac{V}{Q}$$

Keterangan: t_d = waktu tunggal (menit)

$Q = \text{debit air (m}^3/\text{detik)}$

$$H_{\text{bak}} = \text{tinggi bak (m)}$$

d = diameter pipa (m)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

h = tinggi air (m)

9. Zona lumpur

- Debit lumpur (Q_{lumpur})

$$Q_{lumpur} = \left[\frac{S_{lumpur}}{1000 \text{ kg/m}^3 \times \rho_{lumpur} \times \%lumpur} \right]$$

- Volume lumpur untuk 1 hari tiap komparten (V_{lumpur})

$$V_{lumpur} = \frac{q_{lumpur} \times td}{kompartemen}$$

- Tinggi ruang lumpur tiap kompartemen (h_{BL})

$$V_{RL} = \frac{1}{3} (P_{RL} \times L_{RL} \times h_{RL})$$

Keterangan: S_{lumpur} = massa lumpur (kg/hari)

$$\rho_{\text{lumpur}} = \text{massa jenis lumpur (kg/m}^3\text{)}$$

$\%_{\text{lumpur}}$ = persentase lumpur dalam air

td = waktu tunggal (menit)

10. Sistem pengurusan

- Luas penampang pipa (A)

$$A = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2$$

- Debit pengurasan (Q)

$$Q = C_d \times A \times \sqrt{2 \times g \times h}$$

- Waktu pengurasan (t)

$$t = \frac{V}{Q}$$

Keterangan: d = diameter pipa (m)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

h = tinggi air (m)

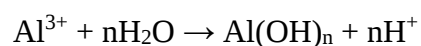
$V = \text{volume bak (m}^3\text{)}$

Q = debit air (m^3/detik)

2.3.6 Elektrokoagulasi

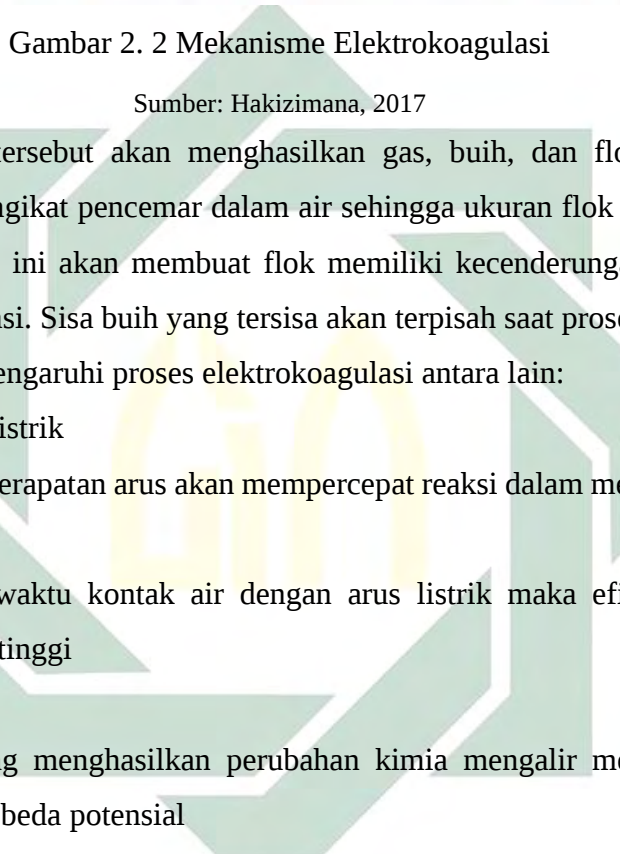
Elektrokoagulasi adalah proses penggumpalan dan pengendapan kandungan tersuspensi didalam air dengan menggunakan energi listrik. Metode koagulasi ini dilakukan tanpa membutuhkan bahan kimia dalam prosesnya dan dapat menurunkan tingkat kekeruhan dan warna pada air baku. Elektrokoagulasi mempunyai efisiensi yang tinggi dalam mengurangi tingkat kekeruhan dan warna dalam air. Elektrokoagulasi terdiri dari 3 tahap yaitu elektrolisis, koagulasi, dan flokulasi. Suatu elektrolit ditempatkan dua elektroda yang dialiri arus listrik searah akan terjadi proses elektrolisis, yaitu dekomposisi elektrolit dimana anoda akan teroksidasi dan katoda akan tereduksi. Berikut ini adalah reaksi reduksi-oksidasi yang terjadi pada katoda dan anoda.

Katoda



Anoda





Sumber: Hakizimana, 2017

Faktor yang mempengaruhi proses elektrokoagulasi antara lain:

- Bertambahnya kerapatan arus akan mempercepat reaksi dalam membentuk flok.

- Semakin lama waktu kontak air dengan arus listrik maka efisiensi reduksi pencemar semakin tinggi

- Arus listrik yang menghasilkan perubahan kimia mengalir melalui medium
sebabkan adanya beda potensial

- Semakin lama waktu kontak sebanding dengan pembentukan gas hidrogen dan n hidroksida yang apabila terlalu banyak ion hidroksida akan meningkatkan kadar H dalam air.

- Tebal pelat mempengaruhi daya tarik elektostatiknya akan semakin besar hingga akan meningkatkan efisiensi reduksi pencemar

- Semakin lebar jarak antar elektroda akan memperkecil luas bidang kontak air dan arus listrik, ini akan memperlambat proses elektrolisis

Kelebihan elektrokoagulasi antara lain:

1. Sederhana dan mudah dioperasikan
2. Tidak menggunakan bahan kimia tambahan
3. Tidak dipengaruhi pH dan temperatur tertentu
4. Lebih cepat mereduksi kandungan koloid/partikel berukuran kecil, aliran listrik akan mempercepat pergerakan partikel didalam air
5. Daya arus listrik dapat disesuaikan

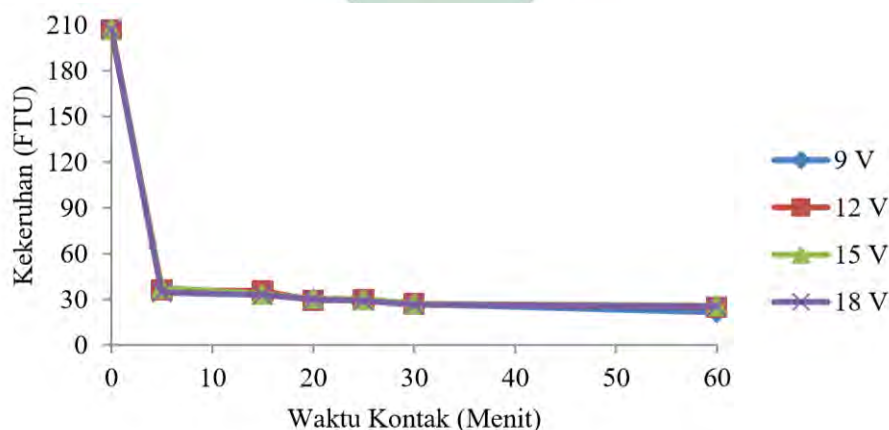
Kekurangan elektrokoagulasi antara lain:

1. Tidak dapat digunakan untuk air yang memiliki sifat elektrolit tinggi karena akan terjadi hubungan singkat antar elektroda
2. Besarnya reduksi dipengaruhi oleh daya arus listrik, jarak antar elektroda, dan luasan bidang kontar elektroda
3. Elektroda dapat terlarut dan teroksidasi
4. Penggunaan listrik yang banyak

Berikut adalah penelitian terdahulu yang berhubungan dengan elektrokoagulasi.

1. Arifiani, N : 2014. **Studi Proses Elektrokoagulasi Untuk Meningkatkan Kualitas Air Sungai Sebagai Air Baku**

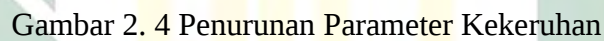
Penurunan maksimal tingkat kekeruhan dalam air baku pada musim hujan dari kekeruhan awal sebesar 207 FTU menjadi 25 FTU dengan tegangan 9 Volt selama 5 menit. Grafik penurunan parameter kekeruhan saat proses elektrokoagulasi dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Penurunan Parameter Kekakuan

Sumber: Arifianti, 2014

Penurunan tingkat kekeruhan pada elektrokoagulasi dengan pH optimum 7 dengan elektroda alumunium mereduksi 75% kekeruhan pada tegangan 10 volt sampai 99,59% kekeruhan pada tegangan 30 volt dalam waktu 90 menit. Grafik penurunan parameter kekeruhan saat proses elektrokoagulasi dapat dilihat pada Gambar 2.4.



3. Nur, A. Jatnika, A : 2014. **Aplikasi Elektrokoagulasi Pasangan Elektroda Aluminium Pada Proses Daur Ulang Grey Water Hotel**

Hasil elektrokoagulasi sistem kontinu dengan variasi waktu kontak 975 detik menunjukkan efisiensi removal terbaik dengan nilai penurunan kekeruhan 89,32%, COD 89,09%, dan minyak lemak 89,79%. Grafik penurunan parameter pencemar saat proses elektrokoagulasi dapat dilihat pada gambar 2.5.



5. Suparman. Rahman, A. Purwoto, H : 2016. **Penggunaan Metode Elektrokoagulasi Sebagai Alternatif Pengolahan Air Bersih Tanpa Bahan Kimia**

The graph illustrates the effect of voltage on turbidity for various treatment durations. All series start at a turbidity of approximately 180 at 0V. After applying 10V, there is a significant drop in turbidity for all series. The 60-minute series shows the lowest turbidity at 10V and 25V, while the 15-minute series shows the highest turbidity at 10V. Beyond 10V, the turbidity levels for all series remain relatively constant.

Tegangan (V)	15 menit	25 menit	35 menit	45 menit	60 menit
0 volt	180	180	180	180	180
10 volt	35	30	25	25	10
15 volt	30	25	25	25	5
20 volt	25	25	25	25	5
25 volt	25	25	25	25	5

Gambar 2. 7 Penurunan Parameter Pencemar

Penggunaan elektroda yang dialiri arus listrik akan tereduksi dan terlarut pada air. Untuk menghitung massa yang terlarut pada saat proses elektrokoagulasi

$$w = \frac{Ar \times I \times t}{n \times F}$$

Keterangan: w = massa zat yang diendapkan (g)
 Ar = massa atom relatif
 I = kuat arus listrik (A)
 t = waktu (s)
 n = valensi ion
 F = nilangan faraday (96500 C)

$$W = V \times I \times t$$

Keterangan: W = energi listrik (Wh)
V = tegangan (volt)
I = kuat arus listrik (A)
t = waktu (s)

- Volume Bak (V_{bak})

$$V_{\text{bak}} = Q_{\text{bak}} \times t_d$$
- Waktu terjun ke bak koagulasi (t_{terjunan})

$$t_{\text{terjunan}} = \sqrt{\frac{2 \times h_{\text{terjunan}}}{g}}$$
- Kecepatan terjun ke bak koagulasi (v_{terjunan})

$$v_{\text{terjunan}} = h_{\text{terjunan}} / t_{\text{terjunan}}$$

Keterangan: Q = debit air (m^3/detik)

td = waktu tinggal (detik)

$$h_{\text{terjunan}} = \text{tinggi terjunan koagulasi}$$
$$t_{\text{terjunan}} = \text{waktu terjunan koagulasi}$$

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

2. Kontrol aliran

- Jari-jari hidrolis

$$R = \frac{w_{\text{plat}} \times w}{2 \times (w_{\text{plat}} + w)}$$

- Bilangan reynold sebagai nilai laminerasitas aliran

$$NRe = \frac{v_a \times R}{\mu}, NRe < 2000$$

- Bilangan froude sebagai nilai uniformitas aliran

$$Fr = \frac{v_a^2}{g \times R}, Fr > 10^{-5}$$

Keterangan: W = jarak antar plat (m)

$$W_{\text{plat}} = \text{lebar plat (m)}$$

v_a = kecepatan aliran (m/s)

μ = viskositas absolut zat cair, kg/m/detik ($0,864 \times 10^{-6}$ pada suhu normal 27°C)

g = percepatan gravitasi ($9,81 \text{ m/s}^2$)

3. Elektroda

- Jumlah plate settler (n_{plat})

$$n_{\text{elektroda}} = \left(\frac{p_{\text{bak}}}{w_{\text{elektroda}}} \right) - 1$$

Keterangan: P_{bak} = panjang bak (m)

$$W_{\text{elektroda}} = \text{jarak antar elektroda (m)}$$

4. Sistem outlet

- Luas penampang pipa (A)

$$A = \frac{Q}{v}$$

- Diameter pipa (D_{pipa})

$$d = \sqrt{\frac{4 A}{\pi}}$$

Keterangan: Q = debit pengolahan (m^3/s)

A = luas penampang pipa (m^2)

Flokulasi merupakan pengadukan lambat yang mengiringi dispersi koagulasi secara cepat melalui pengadukan cepat. Pengadukan lambat bertujuan untuk mempercepat pembentukan flok-flok berat dari flok-flok ringan (mikroflok). Tumbukan mikroflok sebagai akibat destabilisasi koloid dalam air akan membentuk gumpalan koloid. Penggumpalan koloid dalam bentuk makroflok ini pada prinsipnya terjadi dalam dua tahap proses. Makroflok yang terbentuk akan bertambah beratnya kemudian akan mengendap secara gravitasi pada unit bak sedimentasi.

No	Kriteria umum	Flokulator hidrolis	Flokulator mekanis		Flokulator clarifier
			Sumbu horizontal dengan pedal	Sumbu vertikal dengan bilah	
1	G (gradien kecepatan) 1/detik	60 (menurun) - 5	60 (menurun) - 10	70 (menurun) - 10	100 - 10
2	Waktu tinggal (menit)	30 - 45	30 - 40	20 - 40	20 - 100
3	Tahap flokulas (buah)	6 - 10	3 - 6	2 - 4	1
4	Pengendalian energi	Bukaan pintu/ sekat	Kecepatan putaran	Kecepatan putaran	Kecepatan aliran air
5	Kecepatan aliran max (m/detik)	0,9	0,9	1,8 - 2,7	1,5 - 0,5
6	Luas bilah/pedal dibandingkan luas bak (%)	-	5 - 20	0,1 - 0,2	-
7	Kecepatan perputaran sumbu (rpm)	-	1 - 5	8 - 25	-
8	Tinggi (m)	-	-	-	2 - 4*

Rumus yang digunakan untuk merencanakan unit flokulasi adalah sebagai berikut:

- Debit pengolahan tiap tahap (q_{bak})

$$q_{\text{bak}} = \frac{Q}{n_{\text{flok}}}$$

- $$V = \frac{Q_{\text{bak}}}{(L \times h)}$$

- $$hl = \frac{G^2 \times v \times h \times A}{q_{bak}}$$

- $$h_2 = h_1 \times hl_1$$

$$n_{\text{flok}} = \text{jumlah tahap flokulasi}$$

h = tinggi air (m)

A = luas penampang (m^2)

- Luas pintu air (A_{PA})

$$A_{PA} = \frac{Q_{PA}}{v_{PA}}$$

- $$A_{PA} = P_{PA} \times L_{PA}$$

v = kecepatan aliran (m/s)

Menurut Reynolds (1982) filtrasi merupakan pemisahan mikroflokk yang masih lolos pada sedimentasi melalui penyaringan menggunakan media berpori. Darmasetiawan (2001) proses yang terjadi di filtrasi berupa pengayakan, flokulasi antar media, sedimentasi antar butir, dan proses mikrobiologis.

Penjernihan air bersih dibagi 2 macam yaitu saringan pasir lambat dan saringan pasir cepat. Saringan pasir cepat (*rapid sand filter*) merupakan filter yang menggunakan pasir silika dengan ketebalan *bed* 0,6-0,75 meter. Diameter butiran pasirnya 0,35-1 mm dengan ukuran efektifnya 0,45-0,55 mm.

Tabel 2. 9 Kriteria Desain Filtrasi

No	Unit	Flokulator mekanis		
		Saringan biasa (gravitasi)	Saringan dengan pencucian antar saringan	Saringan bertekanan
1	Jumlah bak saringan	$N = 12 Q^{0,5} *$	minimum 5 bak	-
2	Kecepatan penyaringan (m/jam)	6 - 11	6 - 11	12 - 33
3	Pencucian:			
	- Sistem pencucian	tanpa/dengan blower dan/atau surface wash	tanpa/dengan blower dan/atau surface wash	tanpa/dengan blower dan/atau surface wash
	- Kecepatan (m/jam)	36 - 50	36 - 50	72 - 198
	- Lama pencucian (menit)	10 - 15	10 - 15	-
	- Periode antar dua pencucian (jam)	18 - 24	18 - 24	-
	- Ekspansi (%)	30 - 50	30 - 50	30 - 50
4	Media pasir:			
	- Tebal (mm)	300 - 500	300 - 500	300 - 500
	- single media	600 - 700	600 - 700	600 - 700
	- media ganda	300 - 600	300 - 600	300 - 600
	- Ukuran efektif, ES (mm)	0,3 - 0,7	0,3 - 0,7	-
	- Koefisien keseragaman, UC	1,2 - 1,4	1,2 - 1,4	1,2 - 1,4
	- Berat jenis (kg/dm ³)	2,5 - 2,65	2,5 - 2,65	2,5 - 2,65
	- Porositas	0,4	0,4	0,4
	- Kadar SiO ₂	> 95%	> 95%	> 95%
5	Media antrasit			
	- tebal (mm)	400 - 500	400 - 500	400 - 500
	- ES (mm)	1,2 - 1,8	1,2 - 1,8	1,2 - 1,8
	- UC	1,5	1,5	1,5
	- Berat jenis (kg/dm ³)	1,35	1,35	1,35
	- Porositas	0,5	0,5	0,5
6	Filter botom/dasar saringan			
	1) Lapisan penyangga			

Rumus yang digunakan untuk merencanakan unit filtrasi adalah sebagai berikut:

1. Dimensi bak filter

- Jumlah bak filtrasi (n)

$$n = 12(Q)^{0.5}$$

- Debit tiap bak (q_{bak})

$$q_{\text{bak}} = \frac{Q}{n}$$

- Luas masing-masing bak filtrasi (A_{bak})

$$A_{\text{bak}} = \frac{A_{\text{total bak}}}{n}$$

- Tinggi air di bak filtrasi ($h_{\text{air filtrasi}}$)

$$h_{air\ filtrasi} = h_{penyaring} + h_{penyangga} + hl_{total} + h_{air}$$

2. Sistem underdrain

- Luas masing-masing orifice (A_{orifice})

$$A_{\text{orifice}} = \frac{1}{4} \pi (d_{\text{orifice}})^2$$

- Jumlah orifice (n_{orifice})

$$n_{\text{orifice}} = \frac{A_{T.\text{orifice}}}{A_{\text{orifice}}}$$

- Debit orifice (Q_{orifice})

$$Q_{\text{orifice}} = \frac{Q_{\text{filter}}}{n_{\text{orifice}}}$$

Keterangan: $d_{oriface}$ = diameter lubang oriface (m)

$$A_{T.oriface} = \text{luas total lubang oriface (m}^2\text{)}$$
$$Q_{\text{filter}} = \text{debit pengolahan di bak filtrasi (m}^3/\text{s)}$$

3. Headloss saat filtrasi

- Headloss pada media filter

$$hl = k \times \frac{\mu}{q} \times v \times \frac{(1-f)^2}{f^3} \times \left(\frac{6}{\psi}\right)^2 \times \sum_{i=1}^n \frac{Pi}{di^2} \times L$$

Keterangan: k = koefisien permeabilitas

$$\mu = \text{viskositas kinematik (cm}^2/\text{s)}$$

g = percepatan gravitasi (cm/s^2)

v = kecepatan filtrasi (cm/s)

f = porositas media

- Pembubuhan desinfektan (SNI 6774:2008) adalah sebagai berikut:

- Rumus yang digunakan untuk merencanakan unit desinfeksi adalah sebagai berikut:

- Kebutuhan klor per jam

- Debit air pelarutan klor

- Volume bak penampung klor

- Luas penampang pipa (A)

- Diameter pipa (d)

Keterangan: Q = debit pengolahan (m^3/s)

td = waktu tinggal (menit)

v = kecepatan aliran (m/s)

- Head pompa dinamis (H_{pompa})

Keterangan: P_1 = tekanan pada panel pompa

[illegible]

Z_2 = elevasi eksisting air keluar di pipa transmisi

2.4 Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya adalah perhitungan banyaknya biaya yang digunakan untuk bahan, alat, dan upah, serta biaya lainnya yang berhubungan dengan pelaksanaan pekerjaan proyek. Menghitung anggaran biaya ada 2 cara yaitu menghitung luas bangunan dikali dengan harga satuan dan menghitung volume pekerjaan dikali analisa pekerjaan. Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam menghitung RAB antara lain sebagai berikut:

1. Menghitung bahan / material, yaitu terkait volume material yang digunakan dan harga bahan material
2. Menghitung biaya pekerjaan, yaitu terkait dengan lama pengerjaan proyek dalam menyelesaikan jenis pekerjaan dalam satu waktu dan biaya
3. Menghitung peralatan, yaitu terkait jenis, banyaknya, biaya sewa, dan lama pemakaian alat proyek
4. Menghitung overhead, yaitu terkait biaya-biaya tidak terduga selama pengerjaan proyek
5. Menghitung besarnya pajak
6. Menghitung biaya perizinan

Penjadwalan pembangunan proyek merupakan aspek penting dalam RAB terutama dalam hal lama pembangunan proyek. Pembangunan sebuah proyek dengan jangka waktu singkat akan membutuhkan pekerja, alat, dan material yang banyak sehingga akan berimbas pada biaya yang dikeluarkan. Penjadwalan ini berupa tabel pekerjaan waktu yang digarapkan agar suatu pekerjaan dapat selesai sesuai jadwal proyek. Penjadwalan pembangunan proyek perlu memperhitungkan lama pekerjaan yang akan mempengaruhi harga material kecuali saat membuat RAB bahan material sudah didapatkan. Berikut adalah faktor yang harus diperlukan dalam menyusun RAB yaitu:

1. Pengetahuan tentang tujuan dan kebijakan umum perusahaan
2. Data-data tahun sebelumnya
3. Kemungkinan perkembangan kondisi ekonomi
4. Pengetahuan tentang taktik sebagai pesaing dan gerak-gerik pesaing
5. Kemungkinan adanya perubahan kebijakan pemerintah
6. Penelitian untuk pengembangan perusahaan

BAB III

3.1. Gambaran Umum Wilayah Perencanaan

Perencanaan dilakukan pada wilayah Kecamatan Tembelang dengan koordinat 07° 44' 68" s.d 07° 51' 13" BT, 112° 22' 35" s.d 112° 27' 29" LS dan luas area sebesar 32,94 Km². Wilayah perencanaan dapat dilihat pada gambar 3.1. Perencanaan IPA baru ini terletak pada Desa Kepu Doko dengan titik pengambilan air 7° 26' 43.47"S 112° 15' 58.74"E. Intake pengambilan air baku dapat dilihat pada gambar 3.2.

3.2. Alur Perencanaan

Tahapan perencanaan terdiri dari beberapa urutan pekerjaan. Berikut ini adalah diagram alir penyusunan tugas akhir berjudul Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Menggunakan di IPA Tembelang PDAM Tirta Kencana Kabupaten Jombang dapat dilihat pada gambar 3.1.

3.3. Rencana Pengerjaan Tugas Akhir

Pengerjaan tugas akhir direncanakan selama 5 (lima) bulan dimulai bulan Februari-Juni. Berikut adalah jadwal pengerjaan tugas akhir berjudul Perencanaan Instalasi Pengolahan Air di IPA Tembelang PDAM Tirta Kencana Kabupaten Jombang dapat dilihat pada lampiran.

3.4. Tahap Pengumpulan Data

Tahap ini dilakukan pengumpulan data baik data primer maupun data sekunder sebagai penunjang perencanaan IPA. Identifikasi wilayah perencanaan adalah Kecamatan Tembelang. Data identifikasi wilayah perencanaan dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3. 1 Tahap pengumpulan data

Jenis Data	Nama Data	Sumber Data	Metode Pengumpulan Data	Data yang Diperoleh
Data Primer	Data kebutuhan air	Perhitungan	Metode perhitungan (Prediksi kebutuhan air di tahun tertentu)	Debit pengolahan IPA
Data Sekunder	Data kependudukan	Badan pusat statistik	Metode Literatur (Pengambilan data dari website BPS Kabupaten)	a. Jumlah penduduk b. Persebaran penduduk
	Data RISPAM	Dokumen PDAM	Metode Literatur (Pengambilan data dari dokumen)	Rencana penyediaan air minum
	Data kriteria desain bangunan	SNI 6774:2008	Metode Literatur (Pengambilan data dari tabel kriteria desain)	a. Kriteria desain tiap unit pengolahan b. Persyaratan bangunan paket IPA
	Data harga satuan dan upah	Peraturan pemerintah kabupaten	Metode Literatur (Pengambilan data dari dokumen)	Harga satuan dan upah pekerja

3.5. Analisis Wilayah Perencanaan

Analisis ini merupakan kajian tentang wilayah perencanaan sehingga perencanaan IPA dapat disesuaikan dengan kondisi eksisting. Analisa wilayah perencanaan dapat dilihat pada tabel 3.3

Tabel 3. 2 Analisa Wilayah Perencanaan

Data yang dianalisa	Hasil analisa
Rencana tata ruang wilayah	Tata ruang dari wilayah perencanaan
Wilayah perencanaan	Luas wilayah perencanaan dan jumlah penduduk terlayani
Penentuan lokasi IPA	Lokasi pembangunan dan luas lahan perencanaan IPA
Perhitungan desain IPA	Menentukan dimensi bangunan IPA dan kesesuaian dengan kriteria desain

3.6. Pengolahan dan Analisa Data

Data yang telah didapat akan diolah sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan sebagai data base awal perencanaan. Data hasil olahan menjadi sebuah acuan dan pertimbangan dalam merencanakan bangunan IPA. Berikut ini adalah beberapa kegiatan yang harus dilakukan pada tahap ini dapat dilihat pada tabel 3.3.

Tabel 3. 3 Pengolahan dan analisa data

Data yang dianalisa	Hasil analisa
Data penduduk	Proyeksi jumlah penduduk selama 20 tahun kedepan untuk menentukan kebutuhan air
Data RISPAM	Rencana teknis pengembangan
Debit air bersih	Jumlah debit air yang didistribusikan ke pelanggan
Perhitungan desain IPA	Menentukan dimensi bangunan IPA dan kesesuaian dengan kriteria desain

Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$P_n = P_o + (1 + r)^n$$

Keterangan:

P_n : jumlah penduduk pada akhir tahun periode

P_o : jumlah penduduk pada awal priyeksi

r : rata-rata pertambahan penduduk tiap tahun

n : waktu proyeksi

$$Q_{max} = Q_{day} \times faktor\ puncak$$

Keterangan:

Q_{day} : debit rata-rata harian

BAB IV

GAMBARAN UMUM WILAYAH PERENCANAAN

4.1. Gambaran Umum Kabupaten Jombang

4.1.1. Letak Geografis

Kabupaten Jombang memiliki luas wilayah sebesar 1,159,5 km² atau 115.950 ha. Secara administratif sistem pemerintahannya terbagi dalam 21 kecamatan, 302 desa, 4 kelurahan, serta meliputi 1.258 dusun. Secara astronomi wilayah Kabupaten Jombang terletak di sebelah selatan khatulistiwa berada antara terletak antara 70 20' 48,60" dan 70 46' 41,26" Lintang Selatan serta antara 1120 03' 46,57" dan 1120 27' 21,26" Bujur Timur. Peta administratif Kabupaten Jombang dapat dilihat pada gambar 4.1. Kabupaten Jombang berbatasan dengan wilayah administratif kabupaten lain, yaitu:

Sebelah Utara	:	Kabupaten Lamongan
Sebelah Timur	:	Kabupaten Mojokerto
Sebelah Selatan	:	Kabupaten Kediri dan Kabupaten Malang
Sebelah Barat	:	Kabupaten Nganjuk

Tabel 4. 1 Pembagian Wilayah Administrasi Kabupaten Jombang

No.	Kecamatan	Luas (Km ²)	Jumlah Desa	Jumlah Dusun
1	Bandarkedungmulyo	32,50	11	42
2	Perak	29,05	13	36
3	Gudo	34,39	18	75
4	Diwek	47,70	20	100
5	Ngoro	49,86	13	82
6	Mojowarno	78,62	19	68
7	Bareng	94,27	13	50
8	Wonosalam	121,63	9	48
9	Mojoagung	60,18	18	60
10	Sumobito	47,64	21	76
11	Jogoroto	28,28	11	46
12	Peterongan	29,47	14	56
13	Jombang	36,40	20	72
14	Megaluh	28,41	13	41
15	Tembelang	32,94	15	65
16	Kesamben	51,72	14	61

Tabel 4. 2 Kondisi Kemiringan Lahan Wilayah Kabupaten Jombang

No.	Kecamatan	Luas Wilayah (Km ²)			
		0 – 2 %	2 – 5 %	15 – 40 %	> 40 %
1	Bandarkedungmulyo	4.360,0	0	0	0
2	Perak	2.890,0	0	0	0
3	Gudo	4.300,0	0	0	0
4	Diwek	5.500,0	0	0	0
5	Ngoro	4.637,0	0	0	0
6	Mojowarno	6.425,0	525,0	0	0
7	Bareng	3.700,0	1.475,0	225,0	175,0
8	Wonosalam	0	4.421,4	1.350,0	125,0
9	Mojoagung	4.550,0	225,0	3.950,0	6.628,6
10	Sumobito	4.763,0	0	125,0	150,0
11	Jogoroto	2.660,0	0	0	0
12	Peterongan	2.890,0	0	0	0
13	Jombang	3.975,0	125,0	0	0
14	Megaluh	4.540,0	0	0	0
15	Tembelang	3.310,0	0	0	0
16	Kesamben	7.500,0	0	0	0
17	Kudu	0	1.200,0	225,0	0
18	Ngusikan	0	300,0	75,0	525,0
19	Ploso	2.250,0	0	0	0
20	Kabuh	3.200,0	6.125,0	225,0	0
21	Planda'an	3.825,0	6.725,0	850,0	150,0
Jumlah		75.275,0	21.121,4	7.025,0	7.753,6

Sumber: Kabupaten Jombang Dalam Angka Tahun 2018, BPS.

4.1.4. Morfologi (Bentuk lahan)

Menurut zone morfologi Jawa, Jombang termasuk zone tengah yang banyak ditumbuhi vulkan, baik yang bersifat aktif maupun yang yang mati, sub zone Ngawi, depresi antara vulkan di zone tengah dengan Kendeng Ridge. Hal ini berhubungan erat dengan ciri-ciri masih terasa adanya kemiringan $\pm 0-20\%$, walaupun derajatnya kecil. Morfologis ini terbentuk karena proses alluvial dan bahaya dari gunung api. Ketinggian dari laut rata-rata <500 m dari permukaan air laut.

Dilihat dari letak geomorfologinya Jombang berada disebelah utara jalur pegunungan Kendeng Selatan, yang termasuk zone Selatan. Disebelah timur, selatan barat Jombang dikelilingi oleh beberapa kelompok vulkan, di timur

Kabupaten Jombang dibagi menjadi tiga satuan morfologi, yaitu morfologi perbukitan struktural lipatan di bagian utara, morfologi dataran aluvial di bagian tengah dan perbukitan volkan di bagian selatan dengan empat klas kemiringan lereng.

Kabupaten Jombang memiliki struktur geologi yang bervariasi, masing-masing jenis keadaan struktur geologi dibagi dalam 7 (tujuh) jenis yaitu plitosen fasies gunung api, plitosen fasies sedimen, alluvium fasies gunung api, plitosen fasies sedimen, hasil gunung api kwarter tua, hasil gunung api kwarter muda dan alluvium. Adapun struktur geologi dengan luas terbesar yaitu alluvium dengan luas 52.792,82 Ha. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut ini.

No.	Struktur Geologi	Luas (Ha)
1	Pleistosen Fasies Gunung Api	1.328,94
2	Pliosen Fasies Sedimen	6.826,09
3	Alluvium Fasies Gunung Api	650,16
4	Pleistosen Fasies Sedimen	6.411,20
5	Alluvium	52.792,82
6	Hasil Gunung Api Kwarter Muda	17.096,12
7	Hasil Gunung Api Kwarter Tua	24.120,61
Jumlah		109.225,94

Secara geologis, wilayah Kabupaten Jombang didominasi oleh struktur geologi Alluvium (48,33 %), hasil gunung api kwarter tua (22,08 %), dan hasil gunung api kwarter muda (14,65 %). Sedangkan jenis tanah di wilayah Kabupaten Jombang didominasi oleh Regosol Coklat Keabuan, Latosol Coklat Kemerahan dan Alluvial Kelabu. Kondisi ini tidak terlepas dari keberadaan wilayah Kabupaten Jombang yang berada di kawasan Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas.

Kaligunting yang perbandingan debitnya 43 : 1. Perbedaan yang sangat menonjol (fluktuatif) ini berpotensi menimbulkan bencana banjir.

Aliran air permukaan, di Kabupaten Jombang juga terdapat aliran air bawah tanah atau air tanah. Dimana sumber daya air bawah tanah mempunyai peranan yang sangat penting sebagai salah satu alternatif sumber air baku. Adapun pemanfaatan air bawah tanah di Kabupaten Jombang digunakan untuk domestik, pertanian, komersil, dan industri.

No.	Nama Sungai	Panjang Sungai (Km)	Debit Air (M ³ /Detik)	
			Minimal	Maksimal
1	Brantas	44.261	52,65	450,00
2	Konto	14.119	2,62	72,75
3	Pit Tengah	2.300	3,25	42,50
4	Bening	7.250	1,68	12,50
5	Sembung	10.700	1,63	23,00
6	Jarak	12.800	2,63	38,50
7	Pakel	12.800	1,18	51,00
8	Jiken	5.245	1,50	40,00
9	Krisik	4.850	0,90	20,00
10	Gogor	4.850	0,90	31,00
11	Bengawan	6.000	0,90	30,00
12	Putih	7.250	1,50	25,00
13	Catak Banteng	8.750	1,35	40,00
14	Gunting	12.875	1,78	62,25
15	Jurang Jero	12.375	1,90	15,00
16	Sumber Aren	6.075	0,78	8,50
17	Pasinan	2.880	0,65	10,00
18	Mangir	5.300	0,95	20,00
19	Gondang	3.800	0,90	15,40
20	Marmoyo	23.860	1,90	56,50
21	Bancang	7.000	0,75	14,75
22	Gembyang	1.500	0,78	13,50

Tabel 4. 6 Pemanfaatan Air Bawah Tanah / Air Tanah Di Kabupaten Jombang

No.	Kecamatan	Pemanfaatan Air Bawah Tanah/Air Tanah (m ³ /Tahun)				Jumlah (m ³ /Tahun)
		Domestik	Pertanian	Komersil	Industri	
1	Bandar Kedung Mulyo	1.311.547	0	2.796	0	1.314.343
2	Perak	1.389.658	0	5.616	27.996	1.423.270
3	Gudo	1.596.478	1.200	2.760	0	1.600.438
4	Diwek	2.435.796	362.976	47.208	103.728	2.949.708
5	Ngoro	1.941.385	3.108	19.944	27.996	1.992.433
6	Mojowarno	2.320.378	0	26.436	27.996	2.374.810
7	Bareng	1.430.538	1.596	1.380	0	1.433.514
8	Wonosalam	888.673	0	12.960	0	901.633
9	Mojoagung	1.634.658	3.000	29.868	0	1.667.526
10	Sumobito	2.228.505	0	6.216	0	2.234.721
11	Jogoroto	1.617.466	0	0	0	1.617.466
12	Peterongan	1.679.873	3.060	43.464	104.388	1.830.785
13	Jombang	4.823.402	334.176	200.556	464.988	5.823.122
14	Megaluh	1.075.524	0	1.092	27.996	1.104.612
15	Tembelang	1.441.575	0	0	27.996	1.469.571
16	Kesamben	1.763.418	0	0	0	1.763.418
17	Kudu	1.447.182	0	0	0	1.447.182
18	Ngusikan	0	0	0	0	0
19	Ploso	1.318.855	4.176	8.988	937.632	2.269.651
20	Kabuh	1.107.878	0	0	0	1.107.878
21	Plandaan	1.077.042	0	0	27.996	1.105.038
Jumlah		34.529.831	713.292	409.284	1.778.712	37.431.119

Sumber : Laporan Akhir Studi Potensi Sumberdaya Air Bawah Tanah Kabupaten Jombang, RTRW Kab. Jombang

4.1.7. Kondisi SPAM

Untuk memenuhi kebutuhan air minum sehari-hari masyarakat di Kabupaten Jombang memperoleh air dari berbagai sumber baik dengan menggunakan sistem perpipaan maupun sistem non perpipaan. Sarana air bersih perpipaan diperoleh dari PDAM dan non PDAM yang dikelola masyarakat yaitu Badan Pengelola Sistem Penyediaan Air Minum (BPSPAM). Sistem air minum non perpipaan menggunakan sumur gali terlindungi, mata air terlindungi, penangkap air hujan serta dari mobil tangki air (terminal air). Penggunaan penangkap air hujan sebagai sumber air bersih terutama dilakukan oleh masyarakat yang kesulitan mendapatkan sumber air minum, dimana alternatif sumber air lainnya baik sistem

Pelaporan kondisi akses air layak dilaporkan rutin oleh Dinas Kesehatan Kabupaten Jombang setiap tahunnya. Pada tahun 2017 akses air minum layak dilaporkan oleh Dinas Kesehatan pada Profil Kesehatan Kabupaten Jombang Tahun 2017. Akses air minum layak pada tahun 2017 penduduk Kabupaten Jombang sebesar 93,47 % cakupan meningkat 1,08% dari cakupan tahun 2016 yang mencapai 92,59%. Jumlah penduduk dengan akses berkelanjutan terhadap air minum layak di Kabupaten Jombang sebanyak 1.151.396 jiwa. Akses berkelanjutan terhadap air minum

No	Sumber air	Prosentase
1	Perpipaan (PDAM dan BPSAPM)	10,07%
2	Sumur galiterlindungi	29,51%
3	Sumur gali dengan pompa	22,47 %
4	Sur bor dengan pompa	31,37%
5	Terminal air	0,0 %
6	Mata Air Terlindungi	0,1%
7	Penampungan Air Hujan	0,0 %
Total		93,51%

58

Tabel 4. 8 Akses Air Minum Berkelanjutan Kabupaten Jombang Tahun 2017.

KECAMATAN	JUMLAH PENDUDUK	AIR TANAH					TERMINAL AIR		MATA AIR TERLINDUNGI		PENAMPUNGAN AIR HUJAN		PERPIPAAN		AKSES BERKELANJUTAN	%
		Sumur gali terlindungi	Sumur gali dengan Pompa	Sumur bor Dengan Pompa	Total	%	Jumlah	%	Jumlah	%	Jumlah	%	Jumlah	%		
1. Bandar Kedungmulyo	44.257	37.550	-	5.367	42.917	97%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	42.917	96,97%
2. Perak	57.712	30.992	14.288	5.192	50.472	87%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	50.472	87,45%
3. Gudo	29.795	4.622	7.836	14.188	26.646	89%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	26.646	89,43%
4. Diwek	106.119	71.899	24.786	7.104	103.789	98%	-	0%	-	0%	-	0%	64	0%	103.853	97,86%
5. Ngoro	70.411	5.937	34.086	27.509	67.532	96%	-	-	-	0%	-	0%	450	1%	67.982	96,55%
6. Mojowarno	89.189	21.501	61.144	5.666	88.311	99%	-	-	-	0%	-	0%	-	0%	88.311	99,02%
7. Bareng	50.814	6.825	4.350	19.875	31.050	61%	-	-	1.100	2%	-	0%	14.512	29%	46.662	91,83%
8. Wonosalam	31.955	-	-	-	-	0%	-	-	-	0%	-	0%	31.955	100%	31.955	100,00
9. Mojoagung	77.189	30.232	16.478	18.505	65.215	84%	-	-	-	0%	-	0%	2.619	3%	67.834	87,88%
10. Sumobito	81.568	53.155	5.843	14.723	73.721	90%	-	-	-	0%	-	0%	-	0%	73.721	90,38%
11. Jogoroto	68.293	32.066	14.330	14.625	61.021	89%	-	-	-	0%	-	0%	1.936	3%	62.957	92,19%
12. Peterongan	62.656	13.489	28.353	17.225	59.067	94,27%	-	-	-	0%	-	0%	1.048	2%	60.115	95,94%
13. Jombang	146.128	27.657	17.639	57.237	102.533	70,17%	-	-	-	0%	-	0%	36.840	25%	139.373	95,38%
14. Megaluh	37.545	2.219	5.098	29.076	36.393	96,93%	-	-	-	0%	-	0%	-	0%	36.393	96,93%
15. Tembelang	50.954	126	20.084	28.132	48.342	94,87%	-	-	-	0%	-	0%	-	0%	48.342	94,87%
16. Kesamben	61.742	9.732	10.734	38.815	59.281	96,01%	-	-	-	0%	-	0%	-	0%	59.281	96,01%
17. Kudu	28.589	1.808	3.385	19.753	24.946	87,26%	-	-	-	0%	-	0%	1.012	4%	25.958	90,80%
19. Ngusikan	21.420	7.416	-	8.329	15.745	73,51%	-	-	-	0%	-	0%	-	0%	15.745	73,51%
18. Ploso	39.684	2.135	4.843	8.816	15.794	39,80%	-	-	-	0%	-	0%	22.326	56%	38.120	96,06%
19. Kabuh	39.690	1.061	2.346	17.958	21.365	53,83%	48,00	0,00	102	0%	69	0%	10.117	25%	31.701	79,87%
20. Plandaan	35.603	2.905	875	28.178	31.958	89,76%	-	-	-	-	-	0%	1.100	3%	33.058	92,85%
	1.231.313	363.327	276.498	386.273	1.026.098	83,33	-	-	1.202	0%	-	0,00	123.979	10,07	1.151.396	93,51%

4.2.1. Target Pelayanan Air Minum Perpipaan PDAM

Kapasitas terpasang PDAM pada tahun 2017 mencapai 373 l/detik dengan produksi 292,09 liter/detik dan idle kapasitas 80,91 l/detik. PDAM induk Jombang memiliki idle kapasitas 44 l/detik sehingga distribusi ke wilayah terdekat seperti Kecamatan Perak merupakan peluang selain memperluas cakupan di wilayah Jombang, Peterongan, Jogoroto dan Diwek yang telah ada jaringan induknya. Target pelayanan PDAM Jombang adalah optimalisasi kapasitas yang ada.

Tabel 4. 9 Rencana Daerah Pelayanan PDAM Kabupaten Jombang Tahap Lima Tahun I 2018-2022

Kecamatan	Daerah Pelayanan	Jumlah Penduduk Desa Daerah Pelayanan (Jiwa)	Jumlah Penduduk Wilayah Pelayanan		% Penduduk Desa layanan thd wil Kecamatan
			Wilayah Desa terlayani	Administrasi Kecamatan 2016	
Jombang	Kepatihan	4.658			
	Sambong Dukuh	8.566			
	Plosogeneng	6.467			
	Kepanien	7.703			

Kecamatan	Daerah Pelayanan	Jumlah Penduduk Desa Daerah Pelayanan (Jiwa)	Jumlah Penduduk Wilayah Pelayanan		% Penduduk Desa layanan thd wil Kecamatan
			Wilayah Desa terlayani	Administrasi Kecamatan 2016	
	Tambak Rejo,	11.664			
	Dapur Kejambon	5.253			
	Jombang,	10.140			
	Candi Mulyo	9.980			
	Pulo Lor,	9.140			
	Sengon	9.456			
	Plandi	7.455			
	Jombatan	6.729			
	Jabon	4.335			
	Sumberjo	2.431			
	Denanyar	10.846			
	Banjar Dowo	8.623			
	Mojongapit	6.076			
	Tunggorono	7.231			
	Jelakombo	4.100			
	Kaliwungu	4.165			
		145.018	145.018	145.018	100%
Peterongan	Kepuh Kembeng	7.687			
	Peterongan	8.586			
	Keplaksari	5.171			
		21.444	21.444	67.177	32%
Perak	Perak	2.998			
	Sembung	2.377			
	Pagerwojo	5.133			
	Glagahan	3.264			
	Temuwulan	2.613			
		16.385	16.385	52.513	31%
Banbar	Bandarkedungmulyo	4.489			
	Kayen	4.636			
	Gondang Manis	4.469			
	Mojo Kambang	2.205			
		15.799	15.799	44.159	36%
Tembelang	Tembelang	2.644			
	Pesantren	2.777			
	Sentul	4.238			
		9.659	9.659	50.789	19%
Ploso	Ploso,	3.772			
	Losari	6.140			
	Rejo Agung	5.734			
	Jati Banjar	2.614			
	Bawangan	2.295			
	Kedungdowo	2.577			
	Pandan Bole	1.689			
		24.821	24.821	39.606	63%
Kudu	Kudubanjara	2.478			
	Menturus	2.352			
	Randuwatang	1.573			
	Tapen	2.314			
	Sidikaton	2.692			
		11.409	11.409	28.574	40%

Kecamatan	Daerah Pelayanan	Jumlah Penduduk Desa Daerah Pelayanan (Jiwa)	Jumlah Penduduk Wilayah Pelayanan		% Penduduk Desa layanan thd wil Kecamatan
			Wilayah Desa terlayani	Administrasi Kecamatan 2016	
Ngusikan	Ngusikan	2.783			
	Sumbernongko	2.569			
	Mojodanu	1.554			
	Kedungboko	2.137			
	Manunggal	1.867			
	Ngampel	1.238			
		12.148	12.148	21.377	57%
Plandaan	Plandaan	2.487			
	Bangsri	2.331			
	Gedang Bunder	1.847			
	Jati Mlerek	1.895			
	Karangmojo.	2.920			
		11.480	11.480	35.619	32%
Kabuh	Kabuh	3.432			
	Kedungjati	3.401			
	Karangpakis	3.868			
	Genenganjasem	2.095			
	Kauman	1.802			
	Banjardowo	2.417			
		17.015	17.015	39.656	43%
Mojoagung	Miagan	3.208			
	Mojotrisno	4.747			
	Mancilan	8.500			
	Kademangan	5.196			
	Kauman	1.494			
	Dukuh Mojo	6.059			
	Gambiran	2.624			
	Betek	4.523			
	Karang Winongan	3.408			
		43.061	43.061	76.677	56%
Bareng	Pakel	3.487			
	Karangan	3.670			
	Bareng	9.294			
	Ngampungan	3.537			
	Tebel	3.657			
	Mojo Tengah	3.222			
	Banjaran Agung	4.547			
	Jetis Gelaran	2.133			
	Ngeblak	1.589			
		35.136	35.136	76.677	87%
Mojowarno	Mojowarno	5.314			
	Latsari	3.648			
	Mojowangi	3.237			
	Penggaron	4.101			
		16.300	16.300	88.785	18%
Ngoro	Ngoro	6.430			
	Kesamben	4.497			
	Kartorejo	3.798			
		14.725	14.725	70.277	21%
Diwek	Cukir	10.128			

rencana Tingkat Pelayanan Untuk Rencana Investasi Minimum PDAM Kabupaten Jombang Tahun 2021

Minum PDAM Kabupaten Jombang Tahun 2023-2027

Kategori	Satuan	Tahun Pelaksanaan		
		2023	2024	2025
Penduduk Asli Jombang	jiwa	1.286.264	1.291.880	1.297.496
Mad. Daerah Admin PDAM	jiwa	943.685	947.635	951.585
Penduduk Daerah Admin PDAM thd (2:1)	%	47%	47%	47%
Penduduk Layanan	jiwa	443.532	445.388	447.244
Penduduk Daerah PDAM Kab (4:2)		34,5%	34,5%	34,5%

- Zona Induk Jombang kapasitas menganggur masih 44,25 l/detik
Masih memungkinkan obitimalisasi yang diarahkan ke perumahan-perumahan baru di Kota Jombang, Sekitar Exit Tol Tembelang dan Bandar kedungmulyo, Perak
- Zona Bareng kapasitas menganggur tinggal 2,7 l/detik
Pengembangan ke arah Mojowarno , Ngoro dan Bareng memerlukan tambahan unit produksi. Kapasitas sisa untuk pelayanan maksimal 270 SR baru
- Zona Ploso kapasitas menganggur masih 31 l/detik
Pengembangan ke wilayah Kudu dan Ngusikan untuk IPA Kudu dan untuk sumur di unit Ploso bisa dipasok untuk wilayah Plandaan terdekat.
- Zona Mojoagung kapasitas menganggur masih 4 l/detik
Kemampuan pasokan maksimal masih untuk 400 SL. Kondisi air tanah yang cukup dan kualitas baik merupakan kendala pemasaran.

Tabel 4. 12 Rencana Peningkatan Pelanggan Berdasar Zona Pelayanan

Zona	Jumlah Pelanggan		Recana Peningkatan Pelanggan			
	2016	%	2018-2022	2023-2027	2028-2032	Total
Induk Jombang	10.043	52%	2.887	3.937	5.250	12.075
Bareng	2.122	11%	610	832	1.109	2.551
Ploso	6.156	32%	1.770	2.413	3.218	7.401
Mojoagung	809	4%	233	317	423	973
	19.130	100%	5.500	7.500	10.000	23.000

Dari Business Plan 2018-2022 untuk peningkatan cakupan pelayanan 11% pada Tahap Pengembangan lima tahun I 2018-2022 PDAM Kabupaten Jombang merencanakan 3 langkah stretegis yaitu

A. Program Jangka Pendek (Mendesak) Perpetaan PDAM.

a. Wilayah Kecamatan Perak ditarget 200 SR PDAM.

1. Untuk wilayah terdekat dengan Kota Jombang dengan katagori perkampungan padat penduduk dan sanitasi kurang mendukung. Data akses air minum yang belum berkelanjutan di desa-desa ini belum terdata dengan detail sehingga perlu mendetailkan untuk implementasinya.

3. Wilayah Kecamatan Perak yang terdekat dengan pelayanan PDAM Zona Induk Jombang adalah Desa Temuwulan, Sembung, Glagahan, Perak dan

Perumahan baru di Desa Sembung merupakan potensi target yang bisa menggunakan sambungan PDAM.

- Tabel 4. 13 Rencana Peningkatan Pelanggan Zona Induk Jombang Lima tahun I
(2018-2022)

Sumber : RISPAM PDAM Tirta Kencana, 2018

BAB V

PERHITUNGAN DESAIN INSTALASI PENGOLAHAN AIR

5.1. Analisis Sumber Air Baku

Sumber air baku yang digunakan dalam perencanaan instalasi pengolahan air adalah Sungai Brantas dengan debit minimal 52,27 m³/s sampai debit maksimal 435,75 m³/s. Kondisi eksisting Sungai Brantas dapat dilihat pada gambar 5.1.



Gambar 5. 1 Sungai Brantas

Sumber: Dokumentasi, 2020

Air baku dilakukan pengujian kualitas air oleh PDAM tirta kencana Kabupaten Jombang dengan hasil yang diperoleh sebagai berikut:

Tabel 5. 1 Hasil uji kualitas air baku

Air baku	parameter		
	pH	kekeruhan (NTU)	suhu (°C)
Kepmenkes 492/2010	6,5 - 8,5	5	suhu udara +-3
Sungai Brantas	8,1	50	25,2

Sumber: PDAM tirta kencana, 2020

Kualitas air baku akan diolah melalui instalasi pengolahan air untuk menghasilkan kualitas air yang memenuhi syarat baku mutu Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2020 tentang persyaratan kualitas air minum.

Pertumbuhan penduduk mempengaruhi jumlah kebutuhan air. proyeksi penduduk dilakukan menggunakan 3 metode yaitu aritmatik, geometri, dan least square. Metode yang terpilih adalah metode yang memiliki nilai korelasi yang mendekati nilai 1 (satu). Jumlah penduduk akan diproyeksikan selama 20 tahun mulai dari tahun 2020 sampai 2040. Jumlah penduduk di Kecamatan Tembelang selama 10 tahun terakhir dapat dilihat pada tabel 5.2.

No	Kecamatan	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Tembelang	49371	49670	49969	50328	50408	50603	51363	50954	51107

Dari data penduduk 10 tahun terakhir kemudian proyeksikan menggunakan metode aritmatik, geometri, dan least square untuk mencari nilai korelasi yang mendekati 1 (satu). Perhitungan proyeksi dapat dilihat pada tabel 5.3.

Tahun	Σ Penduduk (jiwa)	X	Y	X ²	Y ²	XY
2010	49371	1	0	1	0	0
2011	49670	2	299	4	89401	598
2012	49969	3	299	9	89401	897
2013	50328	4	359	16	128881	1436
2014	50408	5	80	25	6400	400
2015	50603	6	195	36	38025	1170
2016	51363	7	760	49	577600	5320
2017	50954	8	-409	64	167281	-3272
2018	51107	9	153	81	23409	1377
Jumlah	453773	45	1736	285	1120398	7926
r						-0,1098274

[illegible]

Tabel 5. 4 Perhitungan Dengan Metode Geometri

Tahun	Σ Penduduk (jiwa)	X	Y	X ²	Y ²	XY
2010	49371	1	10,8071	1	116,7938	10,8071
2011	49670	2	10,8132	4	116,9244	21,6263
2012	49969	3	10,8192	9	117,0542	32,4575
2013	50328	4	10,8263	16	117,2091	43,3053
2014	50408	5	10,8279	25	117,2435	54,1395
2015	50603	6	10,8318	36	117,3272	64,9906
2016	51363	7	10,8467	49	117,6503	75,9267
2017	50954	8	10,8387	64	117,4770	86,7094
2018	51107	9	10,8417	81	117,5420	97,5751
Jumlah	453773	45	97	285	1055	488
r						0,94935244

Sumber: Perhitungan, 2020

Tabel 5. 5 Perhitungan Dengan Metode Least Square

Tahun	Σ Penduduk (jiwa)	X	Y	X ²	Y ²	XY
2010	49371	1	49371	1	2437495641	49371
2011	49670	2	49670	4	2467108900	99340
2012	49969	3	49969	9	2496900961	149907
2013	50328	4	50328	16	2532907584	201312
2014	50408	5	50408	25	2540966464	252040
2015	50603	6	50603	36	2560663609	303618
2016	51363	7	51363	49	2638157769	359541
2017	50954	8	50954	64	2596310116	407632
2018	51107	9	51107	81	2611925449	459963
Jumlah	453773	45	453773	285	22882436493	2282724
r						0,94896603

Sumber: Perhitungan, 2020

Berdasarkan pada perhitungan di tabel 5.4 diketahui bahwa nilai korelasi yang mendekati 1 (satu) adalah metode geometrik. Sehingga metode geometrik digunakan untuk memproyeksikan jumlah penduduk pada tahun 2040. Kemudian dicari pertumbuhan rata-rata penduduk tiap tahun dapat dilihat pada tabel 5.6.

Tabel 5. 6 Perhitungan Pertumbuhan Rata-Rata Penduduk Tiap Tahun

Tahun	Σ Penduduk (jiwa)	penambahan penduduk	presentase penduduk
2010	49371	0	0
2011	49670	299	0,00601973
2012	49969	299	0,00598371
2013	50328	359	0,007133206
2014	50408	80	0,00158705
2015	50603	195	0,003853526
2016	51363	760	0,014796643
2017	50954	-409	-0,008026848
2018	51107	153	0,002993719
		rata-rata	0,003815637

Sumber: Perhitungan, 2020

Pertumbuhan rata-rata penduduk digunakan untuk memproyeksi jumlah penduduk. Pertumbuhan penduduk per tahun dapat dilihat pada tabel 5.7.

Tabel 5. 7 Pertumbuhan Penduduk Per Tahun

Tahun	Po	n	r	$P_n = po \cdot (1+r)^n$
2019	51107	1	0,003815637	51302
2020	51107	2	0,003815637	51498
2021	51107	3	0,003815637	51694
2022	51107	4	0,003815637	51891
2023	51107	5	0,003815637	52089
2024	51107	6	0,003815637	52288
2025	51107	7	0,003815637	52488
2026	51107	8	0,003815637	52688
2027	51107	9	0,003815637	52889
2028	51107	10	0,003815637	53091
2029	51107	11	0,003815637	53293
2030	51107	12	0,003815637	53497
2031	51107	13	0,003815637	53701
2032	51107	14	0,003815637	53906
2033	51107	15	0,003815637	54112
2034	51107	16	0,003815637	54318
2035	51107	17	0,003815637	54525
2036	51107	18	0,003815637	54733
2037	51107	19	0,003815637	54942
2038	51107	20	0,003815637	55152
2039	51107	21	0,003815637	55362
2040	51107	22	0,003815637	55573

Sumber: Perhitungan, 2020

5.3. Analisis Kebutuhan Air

Perhitungan kebutuhan air didapatkan dari perhitungan anrata jumlah penduduk dengan kebutuhan air perorang perhari. Kebutuhan air 1 orang adalah 150 liter/orang/hari karena Kabupaten Jombang termasuk dalam kategori kota sedang. Kebutuhan air dapat dilihat pada tabel 5.8.

Tabel 5. 8 Tabel Kebutuhan Air Kecamatan Tembelang Tahun 2040

Uraian	Satuan	Jumlah	Keterangan
Penduduk			
Jumlah penduduk (1)	jiwa	55573	
Tingkat pelayanan (2)	%	100%	
Jumlah penduduk terlayani (3)	jiwa	55573	jumlah penduduk* tingkat pelayanan
Jumlah KK (4)	KK	13893	1 KK 4 jiwa
Kebutuhan Domestik			
Tingkat pelayanan (5)	%	80%	
Jumlah SR yang terlayani (6)	SR	11115	jumlah KK * tingkat pelayanan
Jumlah penduduk yang terlayani (7)	unit	44459	jumlah penduduk terlayani * tingkat pelayanan
Pemakaian air (8)	l/orang hari	150	
Jumlah Konsumsi Air			
Kebutuhan air per SR = $[(6)*(8)]/86400$	l/dt	19,30	jumlah SR terlayani * pemakaian air
Total kebutuhan air = $[(7)*(8)]/86400$	l/dt	77,19	jumlah penduduk terlayani * pemakaian air
Kebocoran	%	20%	
Debit kebocoran	l/dt	15,44	15% dari debit kebutuhan total
Kebutuhan rata-rata	l/dt	92,62	debit kebutuhan total + debit kebocoran
Kebutuhan hari puncak (Qd)	l/dt	106,52	kebutuhan rata-rata * 1.15
Kebutuhan jam puncak (Qhmax)	l/dt	159,77	kebutuhan hari puncak * 1.5
Kebutuhan air	l/hari	138044	kebutuhan jam puncak*86400
	m3/hari	13804,45	

Sumber: Perhitungan, 2020

Dalam perhitungan diatas tingkat pelayanan di Kecamatan Tembelang sebesar 100% dengan tingkat penduduk terlayani sebesar 80% dengan jumlah penduduk

Intake adalah bangunan penyadap air baku dari sungai melalui pipa transmisi. Bangunan intake terdapat di sepanjang pipa transmisi dan bak pengumpul. Perencanaan intake di permukaan Sungai Brantas dengan jenis intake di tepi sungai dengan memperhatikan faktor-faktor sebagai berikut:

- 1. Intake ditempatkan pada tempat yang tidak ada gangguan dari aktivitas manusia.
- 2. Lokasi intake harus dekat dengan lokasi pemukiman penduduk untuk memudahkan penyediaan air baku dan dekat dengan lokasi pemukiman penduduk untuk memudahkan akses.
- 3. Lokasi intake harus mudah dijangkau oleh kendaraan.
- 4. Lokasi intake harus pada tanah yang stabil sehingga mencegah kerusakan bangunan.
- 5. Lokasi intake harus dalam operasional dan pemeliharaannya.

Intake perlu diperhatikan karakteristik air seperti debit, suhu, pH, kandungan zat organik (BOD, COD, TSS, dan lain-lain) dan jumlah kotoran/sampah yang terbawa. Untuk menentukan lokasi intake digunakan rumus sebagai berikut:

Bangunan perencanaan IPA terdiri atas intake, bak pengumpul, prasedimentasi, elektrokoagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi, desinfeksi, dan reservoir. Berikut ini adalah perhitungan secara rinci perencanaan IPA.

Bangunan intake adalah bangunan penyadap air baku dan mengalirkannya ke unit pengolahan melalui pipa transmisi. Bangunan intake terdiri atas bar screen, pompa hisap, pipa transmisi dan bak pengumpul. Perencanaan ini mengambil air baku berupa air permukaan Sungai Brantas dengan jenis intake berupa gate intake. Intake dibangun di tepi sungai dengan memperhatikan faktor-faktor berikut ini:

- Perencanaan intake perlu diperhatikan karakteristik air seperti fluktuasi debit air (maksimal dan mininal) dan jumlah kotoran/sampah yang terbawa aliran air. Untuk perhitungan desain intake digunakan rumus sebagai berikut:

Direncanakan :

- 81

- $\times 0,015 \text{ m} + [(n + 1) \times 0,02 \text{ m}]$
 $0,015n + 0,02n + 0,02$
 $0,035n$
 batang
 batang yang akan direncanakan = 57 batang
bukaan (s)
 $1 = 57 + 1 = 58 \text{ bukaan}$
lebar bukaan total (Lt)
 $L_t = 0,02 \text{ m} \times 58 \text{ bukaan} = 1,2 \text{ m}$
luas penampang (A)
 $A = 1,2 \text{ m} \times 8 \text{ m} = 9,21 \text{ m}^2$
kecepatan aliran (v)

$$\frac{0,16 \text{ m}^3/\text{s}}{9,21 \text{ m}^2} = 0,03 \text{ m/s}$$

U = 11A

- $$L = n \times w + [(n + 1) \times b]$$

$$2 \text{ m} = n \times 0,015 \text{ m} + [(n + 1) \times 0,02 \text{ m}]$$

$$1,98 = 0,035n$$

n = 57 batang

Jumlah batang yang akan direncanakan = 57 batang

- $$s = n + 1 = 57 + 1 = 58 \text{ bukan}$$

- $$L_t = b \times s = 0,02 \text{ m} \times 58 \text{ bukaan} = 1,2 \text{ m}$$

- $$A = L_t \times h = 1,2 \text{ m} \times 8 \text{ m} = 9,21 \text{ m}$$

- $$v = \frac{Q}{A} = \frac{0,16 \text{ m}^3/\text{s}}{9,21 \text{ m}} = 0,03 \text{ m/s}$$

- $$\Delta h = \frac{v^2}{2g} = \frac{(0,02 \text{ m/s})^2}{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2} = 0,00148 \text{ m}$$

- ### Persamaan Kirschmer

$$hl = \beta \times \left(\frac{w}{b}\right)^{4/3} \times \Delta h \times \sin \alpha$$

$$hl = 2,42 \times \left(\frac{0,015 \text{ m}}{0,02 \text{ m}} \right)^{4/3} \times 0,01 \text{ m} \times \sin 45^\circ = 0,0021 \text{ m}$$

B. Saluran Transmisi

Direncanakan :

- Kapasitas pipa saluran transmisi (Q_m) = 160 l/s = 0,16 m³/s
- Kecepatan dalam pipa (v) = 1 m/s
- Koefisien Hazen William pipa GIP (C) = 150
- Panjang pipa transmisi = 180 m
- Aksesories pipa yang digunakan untuk pipa Galvanis Iron Pipe :
 - Gate valve = 1 buah ; $k_f = 0,12$
 - Bend 45° = 2 buah ; $k_f = 0,2$
 - Bend 90° = 2 buah ; $k_f = 0,33$

Perhitungan :

- Luas penampang pipa (A)

$$A = \frac{Q}{v} = \frac{0,16 \text{ m}^3/\text{s}}{1 \text{ m/s}} = 0,16 \text{ m}^2$$

- Diameter pipa (D)

$$D = \sqrt{\frac{4 A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,16 \text{ m}^2}{3,14}} = 0,451 \text{ m} \rightarrow 502,44 \text{ mm}$$

- Check kecepatan aliran dalam pipa (v_{aktual})

$$v_{\text{aktual}} = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\frac{1}{4} \pi d^2} = \frac{0,16 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{1}{4} \times 3,14 \times (0,5 \text{ m})^2} = 0,84 \text{ m/s}$$

- Kemiringan (S)

$$S = \left(\frac{Q}{0,2785 \times C \times d^{2,63}} \right)^{1/0,54}$$

$$S = \left(\frac{0,16 \text{ m}^3/\text{s}}{0,2785 \times 150 \times 0,5 \text{ m}^{2,63}} \right)^{1/0,54} = 0,001 \text{ m/m}$$

- Kehilangan tekan melalui pipa transmisi (hl_{mayor})

$$hl_{\text{mayor}} = S \times L = 0,001 \text{ m/m} \times 180 \text{ m} = 0,172 \text{ m}$$

- Kehilangan tekan melalui aksesoris pipa ($h_{l_{minor}}$)

$$hl_{\text{minor}} = k \times \left(\frac{v^2}{2g} \right)$$

Contoh perhitungan untuk hl Gate Valve

$$hl_{\text{Gate Valve}} = 1 \times 0,12 \times \left(\frac{0,84^2 \text{ m/s}}{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2} \right) = 0,0043 \text{ m}$$

Tabel 5. 9 Kehilangan Tekan Pada Aksesoris Pipa Transmisi Intake

--	--	--	--

Sumber : Hasil Perhitungan

bilangan tekan melalui si

- $$h_1 \quad h_2 \quad h_3 \quad 0.17 \text{ m} \quad 0$$

Abstract

Mark: WAVIN DE 100 SDR 11

- 12

- Bemerkungen:**

$$(y_1$$

[illegible]

$$h = [12 \text{ m} + 0.3128 \text{ m}] - [2 \text{ m}] = 10.3 \text{ m}$$

Pompa yang digunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- Merk : SHIMIZU SS-413 BIT
- Daya : 0,55 kW
- Power : 0,75 HP
- Tegangan : 4,3 ampere
- Head max : 77 meter

D. Bak Pengumpul

Direncanakan :

- Bentuk bangunan = Persegi panjang
- Debit pengolahan (Q) = $0,16 \text{ m}^3/\text{s}$
- Waktu detensi (t_{bak}) = 120 detik
- Percepatan gravitasi (g) = $9,81 \text{ m/s}^2$
- Diameter pipa penguras (ϕ_{penguras}) = 319 mm
- Panjang : Lebar (P : L) = 12 : 1
- Tinggi bak pengumpul (h_{bak}) = 3,5 m
- Cd = 0,6

Perhitungan :

- Volume bak pengumpul (V_{bak})

$$V_{\text{bak}} = Q \times t_{\text{bak}} = 0,16 \text{ m}^3/\text{s} \times 120 \text{ s} = 19 \text{ m}^3$$

- Luas bak pengumpul (A_{bak})

$$A_{\text{bak}} = \frac{V_{\text{bak}}}{h_{\text{bak}}} = \frac{19 \text{ m}^3}{3,5 \text{ m}} = 5,5 \text{ m}^2$$

- Dimensi bak pengumpul

- Lebar bak pengumpul (L_{bak})

$$A_{\text{bak}} = P_{\text{bak}} \times L_{\text{bak}} \rightarrow P_{\text{bak}} = 12L_{\text{bak}}$$

$$A_{\text{bak}} = 2L_{\text{bak}} \times L_{\text{bak}}$$

$$L_{\text{bak}} = \left[\frac{A_{\text{bak}}}{12} \right]^{0,5} = \left[\frac{5,5 \text{ m}^2}{12} \right]^{0,5} = 0,67 \text{ m}$$

- Panjang bak pengumpul (P_{bak})

$$P_{\text{bak}} = 12 \times L = 12 \times 0,67 \text{ m} = 8 \text{ m}$$

- Kedalaman freeboard ($h_{\text{freeboard}}$)

- $$L_{PA} = \sqrt{\frac{A}{2}} = \sqrt{\frac{0,08 \text{ m}^3}{2}} = 0,2 \text{ m}$$

- $$P_{PA} = 2 \times L = 2 \times 0,2 \text{ m} = 0,4 \text{ m}$$

Hasil rancangan :

- Screen
 - Lebar intake = 2 meter
 - Ketebalan kisi = 0,015 meter
 - Jarak bukaan batang = 0,02 meter
 - Kemiringan = 60°
 - Jumlah batang = 57 batang
 - Jumlah bukaan = 58 bukaan
 - Headloss Krischmer = 0,0021 meter
- Saluran Transmisi
 - Luas penampang pipa = 0,16 m²
 - Diameter pipa = 0,502 meter
 - Headloss pada pipa (mayor) = 0,172 meter
 - Headloss pada aksesories (minor) = 0,0418 meter
 - Headloss melalui sistem transmisi = 0,2138 meter
- Pompa
 - Head pompa = minimal 10,2 meter
- Bak Pengumpul
 - Volume bak pengumpul = 19 m³
 - Luas bak pengumpul = 5,5 m²
 - Lebar bak pengumpul = 0,67 meter
 - Panjang bak pengumpul = 8 meter
 - Tinggi bak pengumpul = 3,5 meter
 - Diameter pipa penguras = 0,319 meter

Prasedimentasi merupakan proses pretreatment air sebelum dilakukan pengolahan. Pada bak prasedimentasi terjadi proses pengendapan partikel diskrit yang dapat mengendap secara gravitasi tanpa ada penambahan bahan/zat apapun sebelumnya. Prasedimentasi terbagi menjadi 4 zona yaitu:

- Untuk perhitungan desain prasedimentasi digunakan rumus sebagai berikut:

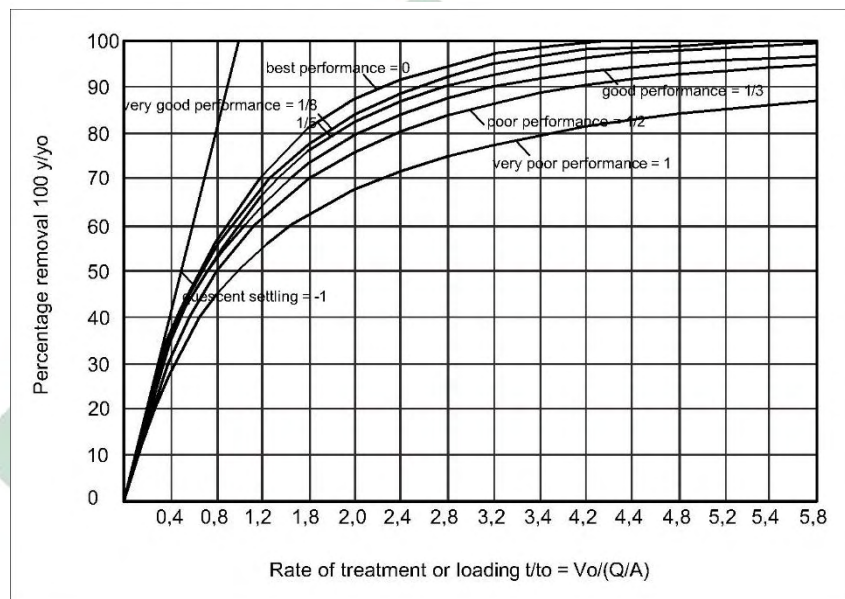
Direncankan :

- Perhitungan:

- $$Q_{\text{bak}} = \frac{Q}{n_{\text{bak}}} = \frac{0,16 \text{ m}^3/\text{s}}{2} = 0,08 \text{ m}^3/\text{s}$$

Hubungan antara Efisiensi pengendapan dengan kinerja (Good Performance), dimana efisiensi pengendapan 21% dan $n = 1/3$ maka dapat dilihat pada gambar 5.2 dibawah ini.

Gambar 5. 2 Kurva Hazen Untuk Penentuan Efektifitas Penyisihan Yang Terjadi Pada Settling Pond Dalam Berbagai Variasi.



Sumber: American Water Works Association, 1971

Dari grafik pada **Gambar 5.12** didapat :

$$v_0 / \left(\frac{Q}{A}\right) = 0,2 \rightarrow v_0 = 0,2 \times \left(\frac{Q}{A}\right) \rightarrow v_s = \frac{Q}{A}$$

Maka, $v_0 = 0,2 \times v_s \rightarrow v_s = \frac{v_0}{0,2} = \frac{0,0005 \text{ m/s}}{0,2} = 0,0025 \text{ m/s}$

- Luas permukaan bak (A_s)

$$A_s = \frac{Q_{\text{bak}}}{0,0025 \text{ m/s}} = \frac{0,08 \text{ m}^3/\text{s}}{0,0025 \text{ m/s}} = 32 \text{ m}^2$$

- Dimensi Bak

$$L = \sqrt{\frac{A_s}{2}} = \sqrt{\frac{32 \text{ m}^2}{2}} = 4 \text{ m}$$

Maka,

$$P = 2 \times L = 2 \times 4 \text{ m} = 8 \text{ m}$$

B. Zona Outlet

1) Pelimpah

Direncanakan:

- Pelimpah pada gutter merupakan weir bergerigi (V-notch)
- Sudut V-notch $= 60^\circ$
- $P_{\text{pelimpah}} = P_{\text{zp}} = 8 \text{ m}$
- $C_d = 0,6$
- Beban pelimpah (h_{pelimpah}) $= 9 \text{ m}^3/\text{m.jam}$
- Lebar (W) V-Notch $= 0,1 \text{ m}$

Perhitungan:

- Panjang pelimpah (P_{pelimpah})

$$P_{pe \text{ lim pah}} = \left(\frac{Q}{\text{beban pelimpah}} \right) = \left(\frac{0,08 \text{ m}^3/\text{s}}{9 \text{ m}^3/\text{m.jam}} \right) \times 3600 \text{ s/jam} = 31 \text{ m}$$

- Jumlah pelimpah (n_{pelimpah})

$$n_{\text{Pelelimpah}} = \left(\frac{P_{\text{pelelimpah}}}{P_{zp}} \right) = \left(\frac{31 \text{ m}}{8 \text{ m}} \right) = 4 \text{ buah}$$

- Debit tiap pelimpah (q_{pelimpah})

$$q_{pe \text{ lim pah}} = \frac{q_{bak}}{n_{pe \text{ lim pah}}} = \frac{0,08 \text{ m}^3/\text{s}}{4} = 0,02 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Cek beban pelimpah

$$\text{beban}_p = \left(\frac{Q_{pe \text{ lim pah}}}{P_{pe \text{ lim pah}}} \right) = \left(\frac{0,02 \text{ m}^3/\text{s}}{8 \text{ m}} \right) \times 3600 \text{ s/jam} = 9 \text{ m}^3/\text{m. jam}$$

- Jumlah V-notch tiap saluran ($n_{V\text{-notch}}$)

$$n_{V\text{-notch}} = \left(\frac{P_{\text{pe lim pah}}}{w_{V\text{-notch}}} \right) - 2 = \left(\frac{8 \text{ m}}{0,1 \text{ m}} \right) - 2 = 79 \text{ buah}$$

- Debit yang melalui V-notch

$$Q_{V\text{-notch}} = \left(\frac{Q_{\text{pe lim pah}}}{n_{V\text{-notch}}} \right) = \left(\frac{0,02 \text{ m}^3/\text{s}}{79 \text{ buah}} \right) = 0,00026 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Ketinggian air pada V-notch (h_{air})

$$h_{\text{air}} = \left(\frac{Q_{V-\text{notch}}}{\left(\frac{8}{15} x C_{dx} \sqrt{2 \cdot g x \tan^2 \frac{60^\circ}{2}} \right)} \right)^{\frac{2}{5}} = \left(\frac{0,00026 \text{ m}^3/\text{s}}{\left(\frac{8}{15} \times 0,6 \times \sqrt{2 \times 9,81 \times 0,577} \right)} \right)^{\frac{2}{5}} = 0,04 \text{ m}$$

- Tinggi freeboard pada V-notch ($h_{\text{freeboard}}$)

$$h_{\text{freeboard}} = h_{\text{air}} \times 20\% = 0,04 \text{ m} \times 20\% = 0,008 \text{ m}$$

- Tinggi V-notch ($h_{V\text{-notch}}$)

$$h_{V\text{-notch}} = h_{\text{air}} + h_{\text{freeboard}} = 0,04 \text{ m} + 0,008 \text{ m} = 0,048 \text{ m}$$

2) Gutter

Direncanakan:

- Bentuk gutter = Persegi panjang
- Lebar gutter (L_{gutter}) = 0,2 m
- Panjang gutter ($P_{\text{gutter}} = P_{\text{zp}}$) = 8 m
- 1 gutter = 2 pelimpah

Perhitungan:

- Jumlah gutter (n_{gutter})

$$n_{\text{gutter}} = \left(\frac{n_{\text{pelimpah}}}{2} \right) = \left(\frac{4}{2} \right) = 2 \text{ buah}$$

- Debit tiap gutter (q_{gutter})

$$q_{\text{gutter}} = \frac{Q_{\text{bak}}}{n_{\text{gutter/bak}}} = \frac{0,08 \text{ m}^3/\text{s}}{2} = 0,04 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Ketinggian air pada gutter (h_{air})

$$h_{\text{air}} = \left(\frac{q_{\text{gutter}}}{1,38 \times L_{\text{gutter}}} \right)^{2/3} = \left(\frac{0,04 \text{ m}^3/\text{s}}{1,38 \times 0,2 \text{ m}} \right)^{2/3} = 0,28 \text{ m}$$

- Ketinggian freeboard ($h_{\text{freeboard}}$)

$$h_{\text{freeboard}} = 20 \% \times h_{\text{air}} = 0,2 \times 0,28 \text{ m} = 0,056 \text{ m}$$

- Tinggi gutter (h_{gutter})

$$h_{\text{gutter}} = h_{\text{air}} + h_{\text{freeboard}} = (0,28 \text{ m} + 0,056 \text{ m}) = 0,32 \text{ m}$$

- Jari-jari hidrolis gutter (R_{gutter})

$$R_{\text{gutter}} = \frac{h_{\text{air}} \times L_{\text{gutter}}}{(2 \times h_{\text{air}}) + L_{\text{gutter}}} = \frac{0,28 \text{ m} \times 0,2 \text{ m}}{(2 \times 0,28 \text{ m}) + 0,2 \text{ m}} = 0,073 \text{ m}$$

- Luas basah gutter (A_{gutter})

$$A_{\text{gutter}} = L_{\text{gutter}} \times h_{\text{air}} = 0,2 \text{ m} \times 0,28 \text{ m} = 0,056 \text{ m}^2$$

- Slope gutter (S_{gutter})

$$S_{\text{gutter}} = \left(\frac{q_{\text{gutter}} \times \text{coef}_{\text{mainning}}}{A_{\text{gutter}} \times (R_{\text{gutter}})^{2/3}} \right)^2$$

- Headloss pada gutter (hl_{gutter})

3) Saluran Transmisi (prased-elektrokoagulasi)

- Kapasitas pipa saluran transmisi (Q_m) = 80 l/s = 0,08 m³/s
- Kecepatan dalam pipa (v) = 1 m/s
- Koefisien Hazen William pipa GIP (C) = 150
- Panjang pipa transmisi = 180 m
- Aksesories pipa yang digunakan untuk pipa Galvanis Iron Pipe :
 - Gate valve = 1 buah ; $k_f = 0,12$
 - Bend 45° = 1 buah ; $k_f = 0,2$
 - Bend 90° = 2 buah ; $k_f = 0,33$

- Luas penampang pipa (A)

- Diameter pipa (d)

- Check kecepatan aliran dalam pipa (v_{aktual})

– Kemiringan (S)

- Kehilangan tekan melalui pipa transmisi (hl_{mayor})

[illegible]

- $$hl_{\text{minor}} = k \times \left(\frac{v^2}{2g} \right)$$

$$hl_{\text{Gate Valve}} = 1 \times 0,12 \times \left(\frac{1^2 \text{ m/s}}{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2} \right) = 0,0066 \text{ m}$$

Kehilangan Tekan Pada Aksesories Pipa

Aksesories	k_f	hl_{minor}
Gate Valve	0,12	0,0066
Bend 45°	0,2	0,0105
Bend 90°	0,33	0,0365
TOTAL		0,0536

- Kehilangan tekan melalui sistem transmisi ($h_{l_{transmisi}}$)

$$hl_{transmisi} = hl_{mayor} + hl_{minor} = 0,024 \text{ m} + 0,0536 \text{ m} = 0,0776 \text{ m}$$

Direncanakan:

- Kecepatan hisap (v_{hisap}) = 1 m/s
- Kecepatan keluar (v_{keluar}) = 1 m/s
- Headloss sistem transmisi ($h_{l_{\text{transmisi}}}$) = 0,2138 m
- Percepatan gravitasi (g) = 9,81 m/s²
- Elevasi eksisting air masuk di pipa hisap (z_1) = 6 m
- Elevasi eksisting air keluar di pipa transmisi (z_2) = 11 m
- Tekanan panel pompa biasanya negatif (P_1) = 0
- Tekanan panel pompa keluar ke atmosfer (P_2) = 0 (asumsi)

$$\text{Rumus} = \left(\frac{v_{\text{hisap}}^2}{2 \times g} \right) + \left(\frac{P_1}{\gamma} \right) + z_1 + h_{\text{pompa}} = \left(\frac{v_{\text{keluar}}^2}{2 \times g} \right) + \left(\frac{P_2}{\gamma} \right) + z_2 + h_{\text{transmisi}}$$

$$- h_{\text{pompa}} = \left[\left(\frac{v_{\text{keluar}}^2}{2 \times g} \right) + \left(\frac{P_2}{\gamma} \right) + z_2 + h_{\text{l transmisi}} \right] - \left[\left(\frac{v_{\text{hisap}}^2}{2 \times g} \right) + \left(\frac{P_1}{\gamma} \right) + z_1 \right]$$

$$h_{\text{pompa}} = [11 \text{ m} + 0,0776 \text{ m}] - [6 \text{ m}] = 5 \text{ m}$$

5) Bak Pengumpul (outlet prased)

Direncanakan :

- Bentuk bangunan = Persegi panjang
- Debit pengolahan (Q) = $0,16 \text{ m}^3/\text{s}$
- Waktu detensi (t_{bak}) = 120 detik
- Percepatan gravitasi (g) = $9,81 \text{ m/s}^2$
- Diameter pipa penguras ($\varnothing_{\text{penguras}}$) = 319 mm
- Panjang : Lebar (P : L) = 12 : 1
- Tinggi bak pengumpul (h_{bak}) = 3,5 m
- Cd = 0,6

Perhitungan :

- Volume bak pengumpul (V_{bak})

$$V_{\text{bak}} = Q \times t_{\text{bak}} = 0,16 \text{ m}^3/\text{s} \times 120 \text{ s} = 19 \text{ m}^3$$

- Luas bak pengumpul (A_{bak})

$$A_{\text{bak}} = \frac{V_{\text{bak}}}{h_{\text{bak}}} = \frac{19 \text{ m}^3}{3,5 \text{ m}} = 5,5 \text{ m}^2$$

- Dimensi bak pengumpul

- Lebar bak pengumpul (L_{bak})

$$A_{\text{bak}} = P_{\text{bak}} \times L_{\text{bak}} \rightarrow P_{\text{bak}} = 12L_{\text{bak}}$$

$$A_{bak} = 2L_{bak} \times L_{bak} \rightarrow L_{bak} = \left[\frac{A_{bak}}{12} \right]^{0,5} = \left[\frac{5,5 \text{ m}^2}{12} \right]^{0,5} = 0,67 \text{ m}$$

- Panjang bak pengumpul (P_{bak})

$$P_{\text{bak}} = 12 \times L = 2 \times 0,67 \text{ m} = 8 \text{ m}$$

- Kedalaman freeboard ($h_{\text{freeboard}}$)

$$h_{\text{freeboard}} = 10\% \times h_{\text{bak}} = 10\% \times 3,5 \text{ m} = 0,34 \text{ m}$$

Maka tinggi bak pengumpul :

$$h_{\text{bak}} = 3,5 \text{ m} + 0,35 \text{ m} = 3,8 \text{ m}$$

Jadi dimensi bak pengumpul adalah :

Lebar = 0,67 m

Panjang = 8 m

Tinggi = 3,5 m

- Check volume bak pengumpul (V_{bak})

$$V_{\text{bak}} = P_{\text{bak}} \times L_{\text{bak}} \times h_{\text{bak}} = 8 \text{ m} \times 0,67 \text{ m} \times 3,5 \text{ m} = 19 \text{ m}^3$$

- Check waktu detensi bak pengumpul (td_{bak})

$$t_{d_{\text{bak}}} = \frac{V_{\text{bak}}}{Q} = \frac{19 \text{ m}^3}{0,16 \text{ m}^3/\text{s}} = 118 \text{ s} = 2 \text{ menit}$$

- Pipa pengurasan

- Luas penampang pipa (A)

$$A = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,319^2 = 0,08 \text{ m}^2$$

- Debit pengurasan (Q)

$$Q = Cd \times A \times \sqrt{2 \times g \times h}$$

$$Q = 0,6 \times 0,08 \text{ m}^2 \times \sqrt{2 \times 9,81 \times 3,5 \text{ m}} = 0,4 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Waktu pengurasan (t)

$$t = \frac{V}{Q} = \frac{19 \text{ m}^3}{0,4 \text{ m}^3/\text{s}} = 48 \text{ s}$$

C. Zona Lumpur

Direncanakan:

- Bentuk bangunan = Limas segiempat terpancung
- Debit bak sedimentasi (Q_{bak}) = $0,08 \text{ m}^3/\text{s}$
- Kekeruhan inlet (C_{inlet}) = 50 NTU
- Kekeruhan outlet (C_{outlet}) = 39,5 NTU
- Periode pengurasan (t_d) = 5 hari
- Jumlah kompartemen lumpur (n) = 1 buah
- Panjang ruang lumpur ($P_{\text{RL}} = P_{\text{ZP}}$) = 8 m
- Lebar ruang lumpur ($L_{\text{RL}} = L_{\text{zp}}$) = 4 m
- Massa jenis air (ρ_{air}) = 1000 kg/m^3
- Massa jenis lumpur (ρ_{lumpur}) = 1,2 dari ρ_{air}
- Persentase padatan lumpur dalam air = 4 %

Perhitungan:

- Tingkat penurunsn kekeruhan (C_{solid})

$$C_{\text{solid}} = C_{\text{inlet}} - C_{\text{outlet}} = 50 \text{ NTU} - 39,5 \text{ NTU} = 10,5 \text{ NTU}$$

Dengan penyisihan kekeruhan sebesar 10,5 NTU dengan nilai TSS yang diperoleh sebesar 14 mg/l (**TSS-Turbidity Relationship Technical Memorandum, 2011**)

- Massa lumpur (S_{lumpur})

$$S_{\text{lumpur}} = Q \times S_{\text{rem}} = 80 \frac{\text{l}}{\text{s}} \times 14 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times \frac{1 \text{ kg}}{10^6 \text{ mg}} \times \frac{86400 \text{ s}}{1 \text{ hari}} = 96,7 \text{ kg/hari}$$

- Debit lumpur (Q_{lumpur})

$$Q_{\text{lumpur}} = \left[\frac{S_{\text{lumpur}}}{1000 \text{ kg/m}^3 \times \rho_{\text{lumpur}} \times \% \text{lumpur}} \right]$$

$$Q_{\text{lumpur}} = \left[\frac{96,7 \text{ kg/hari}}{1000 \text{ kg/m}^3 \times 1,2 \times 0,04} \right] = 2 \text{ m}^3/\text{hr}$$

- Volume lumpur untuk 1 hari tiap komparten (V_{lumpur})

$$V_{\text{lumpur}} = \frac{q_{\text{lumpur}} \times t_d}{\text{kompartemen}} = \frac{2 \text{ m}^3/\text{hari} \times 5 \text{ hari}}{1} = 2 \text{ m}^3$$

- Tinggi ruang lumpur tiap kompartemen (h_{RL})

$$V_{RL} = \frac{1}{3} (P_{RL} \times L_{RL} \times h_{RL}) \rightarrow h_{RL} = \frac{3V_{RL}}{P_{RL} \times L_{RL}} = \frac{3 \times 2 \text{ m}^3}{8 \text{ m} \times 4 \text{ m}} = 1 \text{ m}$$

D. Sistem Pengurasan

Direncanakan:

- Lama pengurasan ($td_{\text{pengurasan}}$) = 5 hari
- Cd = 0,6
- Diameter pipa ($\emptyset_{\text{pengurasan}}$) = 0,215 m
- Volume lumpur (V_{lumpur}) = 2 m³
- Tinggi air (h_{zd}) = 4 m

Perhitungan:

- Tinggi total air dalam bak ($h_{\text{total air}}$)

$$h_{\text{total air}} = h_{\text{zp}} + h_{\text{rl}} + l_{\text{PS-rl}} + l_{\text{PS-GT}} = 1,11 \text{ m} + 1 \text{ m} + 1,5 \text{ m} + 0,5, = 4,11 \text{ m}$$

- Luas penampang pipa penguras (A_{penguras})

$$A_{\text{penguras}} = \frac{1}{4} \pi D^2 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times (0,215 \text{ m})^2 = 0,036 \text{ m}^2$$

- Debit pengurasan (Q_{kuras})

$$Q_{\text{kuras}} = C_d \times A_{\text{penguras}} \times \sqrt{2gh_{\text{total air}}}$$

$$Q_{\text{kuras}} = 0,6 \times 0,036 \text{ m}^2 \times \sqrt{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 4 \text{ m}} = 0,2 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Lama bukaan pipa pembuangan tiap pengurasan (t)

$$t = \frac{V_{\text{lumpur}}}{Q_{\text{kuras}}} = \frac{2 \text{ m}^3}{0,2 \text{ m}^3/\text{s}} = 53 \text{ s}$$

Hasil Rancangan :

- Kondisi performa bak (n) = 1/3 (Good Performance)
- Dimensi bak praedimentasi
 - Debit pengolahan tiap bak (q_{bak}) = 0,08 m³/s
 - Kecepatan (v_s) = 0,0025 m/s
- Luas permukaan bak sedimentasi (A_s) = 144 m²
- Dimensi zona pengendapan
 - Panjang zona pengendapan = 8 meter
 - Lebar zona pengendapan = 4 meter
 - Tinggi zona pengendapan = 3,5 meter
- Zona outlet (Pelimpah)
 - Lebar V-Notch ($w_{V-Notch}$) = 0,1 meter
 - Panjang pelimpah ($P_{pelimpah}$) = 32 meter
 - Jumlah pelimpah ($n_{pelimpah}$) = 4 pelimpah
 - Jumlah V-Notch tiap saluran ($n_{V-Notch}$) = 79 V-notch
 - Tinggi V-Notch ($h_{V-Notch}$) = 0,0476 meter
- Gutter
 - Jumlah gutter (n) = 2 gutter
 - Panjang gutter (P_{gutter}) = 8 meter
 - Lebar gutter (L_{gutter}) = 0,2 meter
 - Tinggi gutter (h_{gutter}) = 0,34 meter
 - Luas basah gutter (A_{gutter}) = 0,056 m²
 - Slope gutter (S_{gutter}) = 0,0027 m/m

Elektrokoagulasi adalah proses pengikatan partikel tersuspensi berukuran kecil dengan aliran listrik dan elektroda. Pada prinsipnya air dalam bak elektrokoagulasi akan di alirkan arus listrik dengan tegangan tertentu dan mengakibatkan terjadinya reaksi reduksi dan oksidasi pada elektroda. Dari reaksi tersebut akan menghasilkan gas, buih, dan flok. Flok yang terbentuk akan mengikat partikel tersuspensi pada air sehingga ukuran flok membesar dan akan mengendap secara gravitasi.

A. Pelimpah (V-Notch)

- Debit pengolahan (Q) = 80 l/s = 0,08 m³/s
- Koefisien Discharge (Cd) = 0,6
- Sudut V-notch (α) = 90°
- Gravitasi (g) = 9,81 m/s²

- Tinggi muka air pada V-Notch ($h_{v\text{-notch}}$)

$$h_{v\text{-notch}} = \left[\frac{Q}{8^{1/5} \cdot C_d (2g \cdot \tan \alpha / 2)} \right]^{2/5}$$

$$h_{v\text{-notch}} = \left[\frac{0,08 \text{ m}^3/\text{s}}{8/15 \times 0,62 \times (2 \times 9,81 \times \tan(90/2))} \right]^{2/5} = 0,17 \text{ m}$$

- Lebar muka air pada V-Notch ($L_{v\text{-notch}}$)

$$L_{V\text{-notch}} = 2 \times h_{V\text{-notch}} \times \tan \frac{\alpha}{2} = 2 \times 0,17 \text{ m} \times \tan \frac{90}{2} = 0,35 \text{ m}$$

- Luas V-Notch ($A_{v\text{-notch}}$)

$$A_{V\text{-Notch}} = \frac{1}{2} \times h_{V\text{-Notch}} \times B_{V\text{-Notch}} = \frac{1}{2} \times 0,17 \text{ m} \times 0,35 \text{ m} = 0,03 \text{ m}^2$$

- Kecepatan awal di ambang (v_o)

$$V_0 = \frac{Q}{A_{V-Notch}} \frac{0,08 \text{ m}^3/\text{s}}{0,03 \text{ m}^2} 2,62 \text{ m/s}$$

B. Dimensi Bak

Direncanakan:

- Bentuk bangunan = Persegi panjang
- Waktu detensi (td) = 60 s
- Lebar koagulasi (L) = 1 m
- Perbandingan P : h = 4 : 1
- Viskositas dinamik (μ) pada 25 °C = $0,903 \times 10^{-3}$ Nd/m²
- Rapat massa (ρ) pada 25 °C = 996,95 Kg/m³

Perhitungan:

- Volume Bak (V_{bak})

$$V_{\text{bak}} = Q_{\text{bak}} \times t_d = 0,08 \text{ m}^3/\text{s} \times 60 \text{ s} = 4,8 \text{ m}^3$$

- Dimensi Bak

$$V = 4h \times L \times h \rightarrow 4,8 \text{ m}^3 = 4h^2 \times 1 \text{ m}$$

$$h = \sqrt{\frac{4,8 \text{ m}^3}{4 \times 1 \text{ m}}} = 1,1 \text{ m}$$

Maka,

$$P = 4 \times h = 4 \times 1,1 \text{ m} = 4,4 \text{ m}$$

- Tinggi bak hidrolis (Terjunan)

$$h_{\text{terjunan}} = h + h_{\text{V-Notch}} = 1,1 \text{ m} + 0,17 \text{ m} = 1,27 \text{ m}$$

- Kedalaman freeboard ($h_{\text{freeboard}}$)

$$h_{\text{freeboard}} = (20\% \times h_{\text{terjunan}}) = (20\% \times 1,27 \text{ m}) = 0,25 \text{ m}$$

- Tinggi Bak hidrolis (h_{bak})

$$h_{\text{bak}} = h_{\text{terjunan}} + h_{\text{freeboard}} = 1,27 + 0,25 \text{ m} = 1,52 \text{ m}$$

Jadi dimensi bak koagulasi adalah :

$$\text{Lebar (L}_{\text{bak}}) = 1 \text{ m}$$

Panjang (P_{bak}) = 4,4 m

Tinggi (h_{bak}) = 1,1 m

- Waktu terjun ke bak koagulasi (t_{terjunan})

$$t_{\text{terjunan}} = \sqrt{\frac{2 \times h_{\text{terjunan}}}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 1,27 \text{ m}}{9,81 \text{ m/s}^2}} = 0,51 \text{ s}$$

- Kecepatan terjun ke bak koagulasi (v_{terjun})

$$v_{\text{terjunan}} = h_{\text{terjunan}}/t_{\text{terjunan}} = 1,27 \text{ m}/0,51 \text{ s} = 2,5 \text{ m/s}$$

- Cek nilai gradient kecepatan (G)

$$G = \left(\frac{\rho \times g \times Q \times h_{\text{terjunan}}}{\mu \text{ dinamis} \times V_{\text{bak}}} \right)^{0,5}$$

$$G = \left(\frac{996,95 \text{ Kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 0,08 \text{ m/s} \times 1,27 \text{ m}}{0,903 \times 10^{-3} \text{ Kg/m s} \times 4 \text{ m}^3} \right)^{0,5} = 479 \text{ s}^{-1}$$

- Gtd

$$G_{td} = G \times t_d = 479 \text{ /s} \times 60 \text{ s} = 28729$$

C. Kontrol Aliran

Direncanakan:

- Viskositas kinematik (μ) pada 25°C = $0,9055 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
- Gravitasi (g) = $9,81 \text{ m/s}^2$

Perhitungan:

- Jari-jari hidrolis (R)

$$R = \frac{L_{bak} \times P_{bak}}{2 \times (L_{bak} + P_{bak})} = \frac{1 \text{ m} \times 4,4 \text{ m}}{2 \times (1 \text{ m} + 4,4 \text{ m})} = 0,4 \text{ m}$$

- Bilangan Reynold (N_{re})

$$N_{re} = \frac{v_{terjun} \times R}{\mu_{kinematis}} = \frac{2,5 \text{ m/s} \times 0,4 \text{ m}}{0,9055 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}} = 1,2 \times 10^6 > 2000 \quad (\text{OK})$$

- Bilangan Froude (N_{Fr})

$$\text{NFr} = \frac{v^2}{gR} = \frac{(2,5 \text{ m/s})^2}{9,81 \text{ m/s}^2 \times 0,4 \text{ m}} = 0,01 > 10^{-5} \quad (\text{OK})$$

D. Elektoda

Direncanakan:

- Elektroda berupa carbon grafit dan aluminium
- Jarak antar elektroda (W) = 30 cm (0,3 m)
- Panjang bak (P) = 2,4 m

Perhitungan :

- Jumlah plate elektroda (n_{plat})

$$n_{\text{elektroda}} = \left(\frac{p_{bak}}{w_{\text{elektroda}}} \right) - 1 = \left(\frac{2,4 \text{ m}}{0,3 \text{ m}} \right) - 1 = 7 \text{ elektroda}$$

E. Sistem Outlet

Direncanakan :

- Kapasitas pipa saluran transmisi (Q_m) = 80 l/s = 0,08 m³/s
- Kecepatan dalam pipa (v) = 1 m/s
- Koefisien Hazen William pipa GIP (C) = 150
- Panjang pipa transmisi = 5 m
- Aksesories pipa yang digunakan Bend 90° = 2 buah; $k_f = 0,33$

Perhitungan :

- Luas penampang pipa (A)

$$A = \frac{Q}{v} = \frac{0,08 \text{ m}^3/\text{s}}{1 \text{ m/s}} = 0,08 \text{ m}^2$$

- Diameter pipa (d)

$$d = \sqrt{\frac{4 A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,08 \text{ m}^2}{3,14}} = 0,319 \text{ m} \rightarrow 319 \text{ mm}$$

- Check kecepatan aliran dalam pipa (v_{aktual})

$$V_{\text{aktual}} = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\frac{1}{4} \pi d^2} = \frac{0,08 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{1}{4} \times 3,14 \times (0,319 \text{ m})^2} = 0,1 \text{ m/s}$$

- Kemiringan (S)

$$S = \left(\frac{Q}{0,2785 \times C \times d^{2,63}} \right)^{1/0,54}$$

$$S = \left(\frac{0,08 \text{ m}^3/\text{s}}{0,2785 \times 150 \times 0,319 \text{ m}^{2,63}} \right)^{1/0,54} = 0,002$$

- Kehilangan tekan melalui pipa transmisi (hl_{mayor})

$$hl_{\text{mayor}} = S \times L = 0,002 \times 5 \text{ m} = 0,01 \text{ m}$$

- Kehilangan tekan melalui aksesoris pipa (hl_{minor})

$$hl_{\text{minor}} = k \times \left(\frac{v^2}{2g} \right) = 2 \times 0,33 \times \left(\frac{1^2 \text{ m/s}}{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2} \right) = 0,036 \text{ m}$$

- Kehilangan tekan melalui sistem transmisi (hl)

$$hl_{\text{transmisi}} = hl_{\text{mayor}} + hl_{\text{minor}} = 0,01 \text{ m} + 0,036 \text{ m} = 0,046 \text{ m}$$

Hasil Rancangan :

- Sistem Inlet

Sistem inlet bak elektrokoagulasi = sistem outlet bak prasedimentasi
- Pelimpah (V-Notch)
 - Tinggi muka air pada V-Notch = 0,17 meter
 - Lebar muka air pada V-Notch = 0,35 meter
 - Luas V-Notch = 0,03 m²
- Dimensi Bak
 - Volume bak (V_{bak}) = 4,8 m³
 - Lebar bak (L_{bak}) = 1 meter
 - Panjang bak (P_{bak}) = 4,4 meter
 - Tinggi bak (T_{bak}) = 1,1 meter
- Kontrol Aliran
 - Jari-jari hidrolis (R) = 0,4 meter
 - Bilangan Reynold (NRe) = $1,2 \times 10^6$
 - Bilangan Froude (NFr) = 0,01
- Sistem Outlet
 - Luas penampang pipa = 0,08 m²
 - Diameter pipa = 0,319 meter
 - Headloss pada pipa (mayor) = 0,01 meter
 - Headloss pada aksesories (minor) = 0,036 meter
 - Headloss melalui sistem outlet = 0,046 meter

Flokulasi adalah pengadukan lambat yang berfungsi untuk penggabungan flok yang terbentuk pada proses elektrokoagulasi. Pada prinsipnya flok yang terbentuk sebelumnya dapat bertumbukan dengan memanfaatkan ketidakstabilan dari partikel koloid sehingga flok dapat berikatan satu sama lain. Dua mekanisme yang berperan dalam flokulasi adalah:

- Untuk perhitungan desain flokulasi digunakan rumus sebagai berikut:

Direncanakan:

- 104

Contoh perhitungan Tahap 1:

- Debit pengolahan tiap tahap (q_{bak})

$$q_{\text{bak}} = \frac{Q}{n_{\text{flok}}} = \frac{0,08 \text{ m}^3/\text{s}}{6 \text{ bak}} = 0,0133 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Kecepatan Tahap 1 (v)

$$v_1 = \frac{q_{\text{bak}}}{(L \times h)} = \frac{0,0133 \text{ m}^3/\text{s}}{(3,33 \text{ m} \times 4 \text{ m})} = 0,001 \text{ m/s}$$

- $$- \frac{G}{x} \frac{d}{dt}$$

$$G \times t_d = 30 \text{ dtk}^{-1} \times 300 \text{ s} = 9000$$

- Kehilangan tekanan Tahap 1

$$hl_1 = \frac{G^2 \times v \times h \times A}{q_{bak}} = \frac{(30s^{-1})^2 \times 0,9055 \times 10^{-6} \times 4 \text{ m} \times 1 \text{ m}^2}{0,0133 \text{ m}^3/\text{s}} = 0,233 \text{ m}$$

- Ketinggian air pada Tahap II

$$h_2 = h_1 \times h_{l1} = 4 \text{ m} \times 0,233 \text{ m} = 3,7670 \text{ m}$$

B. Dimensi Unit Flokulasi

Direncanakan:

- Tinggi air (h) = 4 m
- Luas dasar (A) = 1 m²

Perhitungan:

- Tinggi freeboard bak ($h_{\text{freeboard}}$)

$$h_{\text{freeboard}} = 10\% \times h = 20\% \times 4 \text{ m} = 0,4 \text{ m}$$

$$h_{\text{bak}} = h_{\text{freeboard}} + h = 0,4 \text{ m} + 4 \text{ m} = 4,4 \text{ m}$$

- Panjang bak (P_{bak})

Bak flokulasi memiliki 6 bak yang dibagi menjadi 2 baris

$$P_{\text{bak}} = 3 \times P_{\text{bak}} = 2 \times 0,3 \text{ m} = 0,6 \text{ m}$$

- Lebar bak (L_{bak})

$$L_{hak} = 3 \times L_{hak} = 3 \times 3,33 \text{ m} = 10 \text{ m}$$

- Untuk perhitungan headloss bak flokulasi dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 5. 10 Perhitungan Unit Flokulasi Baffle Channel

Tahap	Waktu Detensi (td)	Gradien Kecepatan (G)	Tinggi Air (H)
Tahap 1	300 s	30 detik ⁻¹	4 m
Tahap 2	300 s	25 detik ⁻¹	3,7670 m
Tahap 3	300 s	20 detik ⁻¹	3,6145 m
Tahap 4	300 s	15 detik ⁻¹	3,5209 m
Tahap 5	300 s	10 detik ⁻¹	3,4697 m
Tahap 6	300 s	5 detik ⁻¹	3,4472 m

Sumber : Hasil Perhitungan

C. Sistem Outlet Flokulasi

Direncanakan :

- Outlet bak flokulasi berupa pintu air
- Debit pintu air ($Q_{PA} = Q_{bak}$) = 0,04 m³/s
- Kecepatan aliran air pada pintu air (v_{PA}) = 0,3 m/s
- P : L = 2 : 1

Perhitungan :

- Luas pintu air (A_{PA})

$$A_{PA} = \frac{Q_{PA}}{v_{PA}} = \frac{0,04 \text{ m}^3/\text{s}}{0,3 \text{ m/s}} = 0,133 \text{ m}^2$$
- Lebar pintu air (L_{PA})

$$A_{PA} = P_{PA} \times L_{PA} \rightarrow P_{PA} = 2L_{PA}$$

$$A_{PA} = 2L_{PA} \times L_{PA}$$

$$L_{PA} = \left[\frac{A_{PA}}{2} \right]^{0,5} = \left[\frac{0,133 \text{ m}^2}{2} \right]^{0,5} = 0,25 \text{ m}$$
- Tinggi pintu air (h_{PA})

$$h_{PA} = 2 \times L_{bak} = 2 \times 0,25 = 0,5 \text{ m}$$

Hasil Rancangan :

- Debit pengolahan (Q) = 80 l/s = 0,08 m³/s
- Jumlah tahap flokulasi = 6 tahap
- Tahap I
 - Tinggi air (H₁) = 4 meter
 - Lebar bak (L) = 3,33 meter

5.4.5. Sedimentasi

Sedimentasi bertujuan mengendapkan flok yang terbentuk antara koagulan dan padatan tersuspensi secara gravitasi. Adapun macam-macam bak sedimentasi dijelaskan sebagai berikut:

1) Konvensional

Proses pengendapan secara gravitasi dengan mengoptimalkan panjang dan kedalaman bak sedimentasi

2) Mekanis

Proses pengendapan menggunakan scrapper untuk mempercepat flok mengendap dan masuk ke ruang lumpur

3) Menggunakan settler

Settler adalah aksesoris yang ditambahkan untuk meningkatkan efisiensi pengendapan yang berfungsi memisahkan air dengan flok. Jenis settler dibagi menjadi 2 yaitu plate settler dan tube settler.

Untuk perhitungan desain sedimentasi digunakan rumus sebagai berikut:

A. Dimensi Bak Sedimentasi

Direncanakan :

- Bentuk bangunan = Persegi panjang
 - Debit pengolahan (Q) = 80 l/s = 0,08 m³/s
 - Kecepatan mengendap (v_0) = 0,002 m/s
- (sumber : Hasil pengukuran pada Laboratorium PDAM, 2020)
- Efisiensi bak = 83 % (0,83)
 - Kondisi performance bak (n) = 1/3 (Good Performance)
 - Panjang : Lebar (P : L) = 2 : 1
 - Jumlah bak (n_{bak}) = 2 buah

Perhitungan:

- Debit per bak (Q_{bak})

$$Q_{\text{bak}} = \frac{Q}{n_{\text{bak}}} = \frac{0,08 \text{ m}^3/\text{s}}{2} = 0,04 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Hubungan antara Efisiensi pengendapan dengan kinerja (Good Performance), dimana efisiensi pengendapan 83% dan $n = 1/3$ maka dapat dilihat pada gambar 5.5 dibawah ini.

Percentage removal 100 y/y

Rate of treatment or loading $t/Q = V_o/(Q/A)$

best performance = 0

very good performance = $1/8$

$1/4$

good performance = $1/3$

poor performance = $1/2$

very poor performance = 1

instant settling = -1

Dari grafik pada Gambar 5.5 didapat :

$$\text{Maka, } v_0 = 2,4 \times v_s \rightarrow v_s = \frac{v_0}{2,4} = \frac{0,002 \text{ m/s}}{2,4} = 0,00083 \text{ m/s}$$

- $$A_s = \frac{Q}{v_s} = \frac{0,04 \text{ m}^3/\text{s}}{0,00083 \text{ m/s}} = 48 \text{ m}^2$$

- $$L = \sqrt{\frac{A_s}{2}} = \sqrt{\frac{48 \text{ m}^2}{2}} = 5 \text{ m}$$

[illegible]

B. Dimensi Zona Pengendapan

Direncankan:

- Jarak antar plat (W) = 10 cm (0,1 m)
- Tebal plat (t_{plat}) = 0,1 cm (0,001 m)
- Lebar plat settler (w_{plat}) = 130 cm (1,3 m)
- Kemiringan plat (α) = 60°
- Panjang plat settler (P_{plat}) = Lebar zona pengendapan (L_{zp})
- Jarak antara plat settler dengan ruang lumpur adalah 1,5 meter (l_{PS-RU})

Perhitungan:

- Tinggi plate settler dalam bak (H)

$$H = w_{\text{plat}} \times \sin \alpha = 0,13 \text{ m} \times 0,866 = 0,11 \text{ m}$$

- Jarak horizontal antar plat (w_{AE})

$$W_{AE} = \frac{w}{\sin \alpha} = \frac{0,1 \text{ m}}{0,866} = 0,115 \text{ m}$$

- Tinggi jatuhnya partikel ($L_{cp} = h$)

$$h = \frac{w}{\cos \alpha} = \frac{0,1 \text{ m}}{0,5} = 0,2 \text{ m}$$

- Waktu detensi (td)

$$t_d = \frac{h}{v_s} = \frac{0,2 \text{ m}}{(0,00083 \text{ m/s} \times 60 \text{ s/mnt})} = 4 \text{ menit}$$

- Jumlah plate settler ($n_{\text{plat.}}$)

$$n_{\text{plat}} = \left\lceil \frac{(P_{\text{zp}} \times \sin \alpha)}{w} \right\rceil + 1 = \left\lceil \frac{(10 \text{ m} \times 0,866)}{0.1 \text{ m}} \right\rceil + 1 = 86 \text{ plat}$$

- Koreksi Terhadap Panjang(K)

$$K = n_{\text{plat}} \times \frac{t_{\text{plat}}}{\sin \alpha} = 86 \times \frac{0,001 \text{ m}}{0,866} = 0,1 \text{ m}$$

- Panjang Zona Pengendap sebenarnya (P_{zp})

$$P_{zp} = P + K = 10 \text{ m} + 0,1 \text{ m} = 10,1 \text{ m} \approx 10 \text{ m}$$

- Debit masing-masing plat settler (Q_{plat})

$$Q_{\text{plate}} = \frac{q_{\text{bak}}}{(n_{\text{plate}}-1)} = \frac{0,04 \text{ m}^3/\text{s}}{(86-1)} = 0,00047 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Kecepatan aliran dalam plat (v_a)

Panjang plat ($P_{\text{plat}} = L$) = 5 m

$$V_a = \frac{0,00047 \text{ m}^3/\text{s}}{0,5 \text{ m}^2 \times 0,866} = 0,0011 \text{ m/s}$$

C. Kontrol Aliran

Direncankan:

- Viskositas kinematik (ν) pada 25°C = $0,9055 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
- Gravitasi (g) = $9,81 \text{ m/s}^2$

Perhitungan:

- Jari-jari hidrolis (R)

$$R = \frac{w_{\text{plat}} \times w}{2 \times (w_{\text{plat}} + w)} = \frac{1,3 \text{ m} \times 0,1 \text{ m}}{2 \times (1,3 \text{ m} + 0,1 \text{ m})} = 0,046 \text{ m}$$

- Bilangan Reynold (N_{Re})

$$N_{re} = \frac{v_a \times R}{\mu} = \frac{0,0011 \text{ m/s} \times 0,046 \text{ m}}{0,9055 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}} = 59,7 < 2000 \quad (\text{OK})$$

- Bilangan Froude (N_{Fr})

$$N_{Fr} = \frac{v_a^2}{g \times R} = \frac{(0,0011 \text{ m/s})^2}{9,81 \text{ m/s}^2 \times 0,046 \text{ m}} = 2,7 \times 10^{-5} \quad (\text{OK})$$

D. Zona Outlet

1) Pelimpah

Direncanakan:

- Pelimpah pada gutter merupakan weir bergerigi (V-notch)
- Sudut V-notch = 60°
- $P_{\text{pelimpah}} = P_{\text{zp}}$ = 10 m
- C_d = 0,6
- Beban pelimpah (h_{pelimpah}) = 7 m³/m.jam
- Lebar (W) V-Notch = 0,1 m

Perhitungan:

- Panjang pelimpah (P_{pelimpah})

$$P_{\text{pe lim pah}} = \left(\frac{Q}{\text{beban pelimpah}} \right) = \left(\frac{0,04 \text{ m}^3/\text{s}}{7 \text{ m}^3/\text{m.jam}} \right) \times 3600 \text{ s/jam} = 20,5 \text{ m}$$

- $$n_{\text{Pe lim pah}} = \left(\frac{P_{\text{pe lim pah}}}{P_{\text{zp}}} \right) = \left(\frac{20,5 \text{ m}}{10 \text{ m}} \right) = 2 \text{ buah}$$

- $$q_{\text{pe lim pah}} = \frac{q_{\text{bak}}}{n_{\text{pe lim pah}}} = \frac{0,04 \text{ m}^3/\text{s}}{2} = 0,02 \text{ m}^3/\text{s}$$

- $$\text{beban}_p = \left(\frac{Q_{p \text{ elim pah}}}{P_{p \text{ elim pah}}} \right) = \left(\frac{0,02 \text{ m}^3/\text{s}}{10,1 \text{ m}} \right) \times 3600 \text{ s/jam} = 7 \text{ m}^3/\text{m. jam}$$

- $$n_{V\text{-notch}} = \left(\frac{P_{\text{pe lim pah}}}{w_{V\text{-notch}}} \right) - 2 = \left(\frac{10,1 \text{ m}}{0,1 \text{ m}} \right) - 2 = 97 \text{ buah}$$

- $$Q_{V\text{-notch}} = \left(\frac{Q_{\text{pe lim pah}}}{n_{V\text{-notch}}} \right) = \left(\frac{0,02 \text{ m}^3/\text{s}}{97 \text{ buah}} \right) = 0,0002 \text{ m}^3/\text{s}$$

- $$h_{\text{air}} = \left(\frac{Q_{V-\text{notch}}}{\frac{8}{15} x C_d x \sqrt{2 \cdot g x \tan^2 \frac{60^\circ}{2}}} \right)^{\frac{2}{5}} = \left(\frac{0,0002 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{8}{15} \times 0,6 \times \sqrt{2 \times 9,81 \times 0,577}} \right)^{\frac{2}{5}} = 0,036 \text{ m}$$

- $$h_{\text{freeboard}} = h_{\text{air}} \times 20\% = 0,036\text{m} \times 20\% = 0,0071\text{m}$$

- $$h_{\text{V-notch}} = h_{\text{air}} + h_{\text{freeboard}} = 0,036 \text{ m} + 0,0071 \text{ m} = 0,0429 \text{ m}$$

- $$n_{\text{gutter}} = \left(\frac{n_{\text{pelimpah}}}{2} \right) = \left(\frac{2}{2} \right) = 1 \text{ buah}$$

- $$q_{\text{gutter}} = \frac{Q_{\text{bak}}}{n_{\text{gutter/bak}}} = \frac{0,04 \text{ m}^3/\text{s}}{1} = 0,04 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$h_{\text{air}} = \left(\frac{q_{\text{gutter}}}{1,38 \times L_{\text{gutter}}} \right)^{2/3} = \left(\frac{0,04 \text{ m}^3/\text{s}}{1,38 \times 0,2 \text{ m}} \right)^{2/3} = 0,27 \text{ m}$$

- $$h_{\text{freeboard}} = 20 \% \times h_{\text{air}} = 0,2 \times 0,27 \text{ m} = 0,05 \text{ m}$$

- $$h_{\text{gutter}} = h_{\text{air}} + h_{\text{freeboard}} = (0,27 \text{ m} + 0,05 \text{ m}) = 0,32 \text{ m}$$

- $$R_{\text{gutter}} = \frac{h_{\text{air}} \times L_{\text{gutter}}}{(2 \times h_{\text{air}}) + L_{\text{gutter}}} = \frac{0,27 \text{ m} \times 0,2 \text{ m}}{(2 \times 0,27 \text{ m}) + 0,2 \text{ m}} = 0,073 \text{ m}$$

- $$A_{\text{gutter}} = L_{\text{gutter}} \times h_{\text{air}} = 0,2 \text{ m} \times 0,27 \text{ m} = 0,054 \text{ m}^2$$

- $$S_{\text{gutter}} = \left(\frac{q_{\text{gutter}} \times \text{koef}_{\text{mainning}}}{A_{\text{gutter}} \times (R_{\text{gutter}})^{2/3}} \right)^2$$
- $$S_{\text{gutter}} = \left(\frac{0,04 \text{ m}^3/\text{s} \times 0,013}{0,054 \text{ m}^2 \times (0,073 \text{ m}^2)^{2/3}} \right)^2 = 0,0026 \text{ m/m}$$

- $$hl_{\text{gutter}} = P_{\text{gutter}} \times S_{\text{gutter}} = 10,1 \text{ m} \times 0,0026 \text{ m/m} = 0,026 \text{ m}$$

Direncanakan :

- [illegible]

Perhitungan :

- Luas pintu air (A_{PA})

$$A_{PA} = \frac{Q_{PA}}{v_{PA}} = \frac{0,02 \text{ m}^3/\text{s}}{0,3 \text{ m/s}} = 0,06 \text{ m}^2$$

- Lebar pintu air (L_{PA})

$$A_{PA} = P_{PA} \times L_{PA} \rightarrow P_{PA} = 2L_{PA}$$

$$A_{PA} = 2L_{PA} \times L_{PA}$$

$$L_{PA} = \left[\frac{A_{PA}}{2} \right]^{0,5} = \left[\frac{0,06 \text{ m}^2}{2} \right]^{0,5} = 0,17 \text{ m}$$

- Tinggi pintu air (h_{PA})

$$h_{PA} = 2 \times L_{bak} = 2 \times 0,17 = 0,34 \text{ m}$$

4) Bak Pengumpul (outlet sed)

Direncanakan :

- Bentuk bangunan = Persegi panjang
- Debit pengolahan (Q) = $0,08 \text{ m}^3/\text{s}$
- Waktu detensi (t_{bak}) = 300 detik
- Percepatan gravitasi (g) = $9,81 \text{ m/s}^2$
- Diameter pipa penguras (ϕ_{penguras}) = 319 mm
- Lebar : kedalaman (L : h) = 1 : 2
- Panjang bak pengumpul (P_{bak}) = 10 m
- Cd = 0,6

Perhitungan :

- Volume bak pengumpul (V_{bak})

$$V_{\text{bak}} = Q \times t_{\text{bak}} = 0,08 \text{ m}^3/\text{s} \times 300 \text{ s} = 24 \text{ m}^3$$

- Luas bak pengumpul (A_{bak})

$$A_{\text{bak}} = \frac{V_{\text{bak}}}{h_{\text{bak}}} = \frac{24 \text{ m}^3}{2 \text{ m}} = 12 \text{ m}^2$$

- Dimensi bak pengumpul

$$V = P \times L \times 2L \rightarrow 24 \text{ m}^3 = 2L^2 \times 10 \text{ m}$$

$$L = \sqrt{\frac{24 \text{ m}^3}{2 \times 10 \text{ m}}} = 1,1 \text{ m}$$

$$h = 2 \times L = 2 \times 1,1 \text{ m} = 2,2 \text{ m}$$

- Kedalaman freeboard ($h_{\text{freeboard}}$)

$$h_{\text{freeboard}} = 10\% \times h_{\text{bak}} = 10\% \times 2,2 \text{ m} = 0,22 \text{ m}$$

Maka tinggi bak pengumpul :

$$h_{\text{bak}} = 2,2 \text{ m} + 0,22 \text{ m} = 2,42 \text{ m}$$

Jadi dimensi bak pengumpul adalah :

Lebar = 1,1 m

Panjang = 10 m

Tinggi = 2,2 m

- Check volume bak pengumpul (V_{bak})

$$V_{\text{bak}} = P_{\text{bak}} \times L_{\text{bak}} \times h_{\text{bak}} = 10 \text{ m} \times 1,1 \text{ m} \times 2,2 \text{ m} = 24,2 \text{ m}^3$$

- Check waktu detensi bak pengumpul (td_{bak})

$$t_{d_{\text{bak}}} = \frac{V_{\text{bak}}}{Q} = \frac{24,2 \text{ m}^3}{0,08 \text{ m}^3/\text{s}} = 300 \text{ s} = 5 \text{ menit}$$

- Pipa pengurasan

- Luas penampang pipa (A)

$$A = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,319^2 = 0,08 \text{ m}^2$$

- Debit pengurasan (Q)

$$Q = Cd \times A \times \sqrt{2 \times g \times h}$$

$$Q = 0,6 \times 0,08 \text{ m}^2 \times \sqrt{2 \times 9,81 \times 2,2 \text{ m}} = 0,315 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Waktu pengurasan (t)

$$t = \frac{V}{Q} = \frac{24,2 \text{ m}^3}{0,315 \text{ m}^3/\text{s}} = 77 \text{ s}$$

E. Zona Lumpur

- Bentuk bangunan = Limas segiempat terpancung
- Debit bak sedimentasi (Q_{bak}) = 0,04 m³/s
- Kekerusuhan inlet (C_{inlet}) = 39,5 NTU
- Kekerusuhan outlet (C_{outlet}) = 6,46 NTU
- Periode pengurasan (td) = 1 hari

- Perhitungan:

- $$C_{\text{solid}} = C_{\text{inlet}} - C_{\text{outlet}} = 39,5 \text{ NTU} - 6,46 \text{ NTU} = 33 \text{ NTU}$$

$$S_{\text{lumpur}} = Q \times S_{\text{rem}} = 40 \frac{\text{l}}{\text{s}} \times 72 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times \frac{1 \text{ kg}}{10^6 \text{ mg}} \times \frac{86400 \text{ s}}{1 \text{ hari}} = 249 \text{ kg/hari}$$

- $$Q_{\text{lumpur}} = \left[\frac{S_{\text{lumpur}}}{1000 \text{ kg/m}^3 \times \rho_{\text{lumpur}} \times \% \text{lumpur}} \right]$$

$$Q_{\text{lumpur}} = \left[\frac{249 \text{ kg/hari}}{1000 \text{ kg/m}^3 \times 1,2 \times 0,04} \right] = 5,2 \text{ m}^3/\text{hr}$$

- $$V_{\text{lumpur}} = \frac{q_{\text{lumpur}} \times t_d}{\text{kompertemen}} = \frac{5,2 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1 \text{ hari}}{2} = 2,6 \text{ m}^3$$

- $$V_{RL} = \frac{1}{3} (P_{RL} \times L_{RL} \times h_{RL})$$

$$h_{RL} = \frac{3V_{RL}}{P_{RL} \times L_{RL}} = \frac{3 \times 2,6 \text{ m}^3}{5 \text{ m} \times 5 \text{ m}} = 0,32 \text{ m}$$

Direncanakan:

- [illegible]

- Volume lumpur (V_{lumpur}) = 2,6 m³
- Tinggi air (h_{zp}) = 1,5 m
- Jarak antara plat settler dengan ruang lumpur adalah 1,5 meter ($l_{\text{PS-RL}}$)
- Jarak plat settler dengan gutter ($l_{\text{PS-GT}}$) = 0,5 m

Perhitungan:

- Tinggi total air dalam bak ($h_{\text{total air}}$)

$$h_{\text{total air}} = h_{\text{zp}} + h_{\text{rl}} + p_{\text{S-rl}} + l_{\text{PS-GT}} = 1,11 \text{ m} + 0,32 \text{ m} + 1,5 \text{ m} + 0,5 \text{ m} = 3,43 \text{ m} \approx 3,5 \text{ m}$$
- Luas penampang pipa penguras (A_{penguras})

$$A_{\text{penguras}} = \frac{1}{4} \pi D^2 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times (0,215 \text{ m})^2 = 0,036 \text{ m}^2$$
- Debit pengurasan (Q_{kuras})

$$Q_{\text{kuras}} = C_d \times A_{\text{penguras}} \times \sqrt{2gh_{\text{total air}}}$$

$$Q_{\text{kuras}} = 0,6 \times 0,036 \text{ m}^2 \times \sqrt{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 3,5 \text{ m}} = 0,18 \text{ m}^3/\text{s}$$
- Lama bukaan pipa pembuangan tiap pengurasan (t)

$$t = \frac{V_{\text{lumpur}}}{Q_{\text{kuras}}} = \frac{2,6 \text{ m}^3}{0,18 \text{ m}^3/\text{s}} = 15 \text{ s}$$

Hasil Rancangan :

- Kondisi performa bak (n) = 1/3 (Good Performance)
- Plat Settler
 - Jarak antar plat settler (W) = 0,1 meter
 - Tebal plat settler (t_{plat}) = 0,001 meter
 - Lebar plat settler (w_{plat}) = 1,3 meter
 - Jumlah bak = 2 bak
- Kecepatan mengendap (v_o) = 0,002 m/s
- Luas permukaan bak sedimentasi (A_s) = 48 m²
- Dimensi zona pengendapan
 - Tinggi plat settler dalam bak (H) = 1,3 meter
 - Panjang zona pengendapan (P_{zp}) = 10 meter
 - Lebar zona pengendapan (L_{zp}) = 5 meter

- Jumlah plat settler (n_{plat}) = 86 plat
- Kontrol aliran
 - Bilangan Reynold (N_{Re}) = 59,7
 - Bilangan Froude (N_{Fr}) = $2,7 \times 10^{-5}$
- Zona outlet (Pelimpah)
 - Lebar V-Notch ($w_{\text{V-Notch}}$) = 0,1 meter
 - Panjang pelimpah (P_{pelimpah}) = 20,5 meter
 - Jumlah pelimpah (n_{pelimpah}) = 2 pelimpah
 - Jumlah V-Notch tiap saluran ($n_{\text{V-Notch}}$) = 97 V-notch
 - Tinggi V-Notch ($h_{\text{V-Notch}}$) = 0,0429 meter
- Gutter
 - Jumlah gutter (n) = 1 gutter
 - Panjang gutter (P_{gutter}) = 10 meter
 - Lebar gutter (L_{gutter}) = 0,2 meter
 - Tinggi gutter (h_{gutter}) = 0,32 meter
 - Luas basah gutter (A_{gutter}) = $0,054 \text{ m}^2$
 - Slope gutter (S_{gutter}) = 0,0026 m/m
 - Headloss gutter (h_{Lgutter}) = 0,026 meter
- Saluran Transmisi (sed-filter)
 - Luas pintu air (A_{PA}) = $0,06 \text{ meter}^2$
 - Lebar pintu air (L_{PA}) = 0,17 meter
 - Tinggi bukaan pintu air (d_{PA}) = 0,34 meter
- Bak Pengumpul
 - Volume bak pengumpul = $0,08 \text{ m}^3/\text{s}$
 - Luas bak pengumpul = 24 m^2
 - Lebar bak pengumpul = 1,1 meter
 - Panjang bak pengumpul = 10 meter
 - Tinggi bak pengumpul = 2,2 meter
 - Diameter pipa peluap = 0,319 meter
 - Diameter pipa penguras = 0,319 meter

- Debit tiap bak (q_{bak})

$$q_{\text{bak}} = \frac{Q}{n} = \frac{0,08 \text{ m}^3/\text{s}}{4} = 0,02 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Luas bak filter (A_{bak})

$$A_{\text{total bak}} = \frac{Q}{v_f} = \frac{0,2 \text{ m}^3/\text{s}}{0,00278 \text{ m/s}} = 29 \text{ m}^2$$

- Luas masing-masing bak filtrasi (A_{bak})

$$A_{\text{bak}} = \frac{A_{\text{total bak}}}{n} = \frac{29 \text{ m}^3}{4} = 7,2 \text{ m}^2$$

- Dimensi bak filtrasi,

Lebar bak filtrasi (L_{bak})

$$L_{\text{bak}} = \left(\frac{A_{\text{bak}}}{2} \right)^{0.5} \left(\frac{7,2 \text{ m}^2}{2} \right)^{0.5} = 1,9 \text{ m}$$

Panjang bak filtrasi (P_{bak})

$$P_{\text{bak}} = 2 \times L_{\text{bak}} = 2 \times 1,9 = 3,8 \text{ m}$$

B. Media Filtrasi

Media filtrasi yang akan digunakan untuk saringan pasir cepat ini ada dua jenis yaitu media penyangga (antrasit dan pasir silika) dan media penyangga (kerikil)

Direncanakan :

- Diameter antrasit = 0,12 cm
- Tebal lapisan antrasit = 40 cm
- Diameter pasir silika = 0,12 cm
- Tebal lapisan pasir silika = 50 cm
- Diameter kerikil = 1 cm
- Tebal lapisan kerikil = 30 cm

C. Sistem Underdrain

Direncanakan:

- $A_{\text{orifice}} : A_{\text{filter}} = 0,001 : 1$
- Luas filter (A_{filter}) = 7,2 m²
- Diameter orifice (d_{orifice}) = 0,005 m

Perhitungan:

- Sistem pengumpul filtrat (oriface)

Luas total orifice ($A_{T.orifice}$)

$$A_{T.orifice} = 0,001 \times A_{filter} = 0,001 \times 7,2 \text{ m}^2 = 0,0072 \text{ m}^2$$

Luas masing-masing orifice (A_{orifice})

$$A_{\text{orifice}} = \frac{1}{4} \pi (d_{\text{orifice}})^2 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times (0,005 \text{ m})^2 = 2 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

Jumlah orifice (n_{orifice})

$$n_{\text{orifice}} = \frac{A_{T.\text{orifice}}}{A_{\text{orifice}}} = \frac{0,0072 \text{ m}^2}{2 \times 10^{-5} \text{ m}^2} = 367 \text{ orifice}$$

Debit orifice (Q_{orifice})

$$Q_{\text{orifice}} = \frac{Q_{\text{filter}}}{n_{\text{orifice}}} = \frac{0,02 \text{ m}^3/\text{s}}{367} = 5 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

D. Kehilangan Tekanan Pada Saat Filtrasi

Direncanakan:

- Viskositas kinematik (μ) = 0,009 cm²/s
- Faktor bentuk (ψ)
 - Antrasit = 0,81
 - Pasir = 0,94
 - Kerikil = 0,94
- Porositas (f)
 - Antrasit = 0,5
 - Pasir = 0,4
 - Kerikil = 0,38
- Kecepatan filtrasi = 8 m/jam = 0,2 cm/s
- Koefisien permeabilitas (k) = 5
- Tabal media (Li) = 90 cm
- Gravitasi (g) = 9,81 m/s² = 981 cm/s²

Perhitungan:

Headloss pada media filter (persamaan rose)

$$hl = \frac{1,066}{\psi} \times \frac{C_{drag}}{g} \times h_{media} \times \frac{v_{filtrasi}^2}{f^4} \times \frac{1}{D_{media}}$$

3) Total Headloss Saat Filtrasi

$$\text{total}_{\text{hl}} = \text{hl total}_{\text{filtrasi saat bersih}} + \text{hl}_{\text{ud}} = 16 \text{ cm} + 1,1 \text{ cm} = 17,1 \text{ cm}$$

E. Dimensi bak filtrasi

Diketahui:

- Tebal media penyaring = 90 cm
- Tebal media penyangga = 30 cm
- Kehilangan tekanan saat filtrasi = 1,26 cm
- Freeboard = 50 cm
- Tinggi air di atas filter = 200 cm

Perhitungan:

- Tinggi air di bak filtrasi ($h_{\text{air filtrasi}}$)

$$h_{\text{air filtrasi}} = h_{\text{penyaring}} + h_{\text{penyangga}} + h_{\text{total}} + h_{\text{air}}$$

$$= 90 \text{ cm} + 30 \text{ cm} + 1,26 \text{ cm} + 200 \text{ cm} = 321 \text{ cm}$$
- Tinggi bak filtrasi (h_{filtrasi})

$$h_{\text{filtrasi}} = h_{\text{air filtrasi}} + \text{freeboard} = 321 \text{ cm} + 50 \text{ cm} = 371 \text{ cm} \approx 4 \text{ m}$$

F. Sistem Outlet Bak Filtrasi

Direncanakan:

- Lama pencucian = 10 menit = 600 s
- Luas permukaan filter = 7,2 m²
- Kecepatan backwash = 42 m/jam = 0,0116 m/s = 1,16 cm/s
- Tebal dinding antar filter = 20 cm (0,2 m)
- Total bak filter (n_{filter}) = 4 buah
- Cd = 0,6

Perhitungan:

- Kebutuhan air pencucian tiap filter ($V_{\text{air pencuci}}$)
- $$V_{\text{air pencuci}} = v_{\text{bw}} \times A_{\text{filter}} \times t_{\text{d}_{\text{bw}}}$$
- $$V_{\text{air pencuci}} = 0,0116 \text{ m/s} \times 7,2 \text{ m}^2 \times 600 \text{ s} = 50,4 \text{ m}^3$$

- $$Q_{\text{backwash}} = \frac{V_{\text{air pencuci}}}{t_{\text{backwash}}} = \frac{50,4 \text{ m}^3}{600 \text{ s}} = 0,084 \text{ m}^3/\text{s}$$

- $$Q_{bw-orifice} = \frac{Q_{backwash}}{n_{T,orifice}} = \frac{0,084 \text{ m}^3/\text{s}}{367 \text{ orifice}} = 0,0002 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_{bw-orifice} = \frac{Q_{bw-orifice}}{A_{Orifice}} = \frac{0,0002 \text{ m}^3/\text{s}}{2 \times 10^{-5} \text{ m}^2} = 11,6 \text{ m/s}$$

Direncanakan:

- Perhitungan:

- $$Q_{bw-gutter} = \frac{Q_{backwash}}{n_{gutter}} = \frac{0,084 \text{ m}^3/\text{s}}{1} = 0,084 \text{ m}^3/\text{s}$$

- $$h_{\text{bw-air}} = \left(\frac{Q_{\text{bw-gutter}}}{1,38 \times L_{\text{gutter}}} \right)^{2/3} = \left(\frac{0,084 \text{ m}^3/\text{s}}{1,38 \times 0,3 \text{ m}} \right)^{2/3} = 0,349 \text{ m}$$

- $$A_{\text{bw-gutter}} = L_{\text{gutter}} \times h_{\text{bw-air}} = 0,3 \text{ m} \times 0,349 \text{ m} = 0,1 \text{ m}^2$$

- $$R_{bw-gutter} = \frac{h_{bw-air} \times L_{gutter}}{(2 \times h_{bw-air}) + L_{gutter}} = \frac{0,349 \text{ m} \times 0,3 \text{ m}}{(2 \times 0,349 \text{ m}) + 0,3 \text{ m}} = 0,1 \text{ m}$$

- $$S_{\text{gutter}} = \left(\frac{Q_{\text{bw-gutter}} \times \text{koef}_{\text{mainning}}}{A_{\text{bw-gutter}} \times (R_{\text{bw-gutter}})^{2/3}} \right)^2$$

$$S_{\text{gutter}} = \left(\frac{0,084 \text{ m}^3/\text{s} \times 0,013}{0,1 \text{ m}^3 \times (0,1 \text{ m})^{2/3}} \right)^2 = 0,002 \text{ m/m}$$

- Kehilangan tekanan pada gutter (hl_{gutter})

$$hl_{bw-gutter} = S_{gutter} \times P_{gutter} = 0,002 \text{ m/m} \times 3,8 \text{ m} = 0,00056 \text{ m}$$

2) Pelimpah

Direncanakan:

- Jumlah pelimpah per gutter = 2 buah
- Panjang gutter ($P_{\text{pelimpah}} = P_{\text{gutter}}$) = 3,8 meter

Perhitungan:

- Jumlah pelimpah (n_{pelimpah})

$$n_{\text{Pelimpah}} = n_{\text{gutter}} \times 2 = 1 \times 2 = 2 \text{ pelimpah}$$

- Debit tiap pelimpah (q_{pelimpah})

$$q_{\text{pelimpah}} = \frac{q_{\text{backwash}}}{n_{\text{pelimpah}}} = \frac{0,084 \text{ m}^3/\text{s}}{2} = 0,042 \text{ m}^3/\text{s}$$

3) Pipa Penguras

Direncanakan:

- Pipa penguras terbuat dari GIP
- Kecepatan aliran pada pipa (v_{pipa}) = 1 m/s
- Debit penguras ($Q_{\text{penguras}} = Q_{\text{bw}}$) = 0,084 m³/s

Perhitungan:

- Luas permukaan pipa (A_{pipa})

$$A_{\text{pipa}} = \frac{Q_{\text{pipa}}}{v_{\text{pipa}}} = \frac{0,084 \text{ m}^3/\text{s}}{1 \text{ m/s}} = 0,084 \text{ m}^2$$

- Diameter pipa (d_{pipa})

$$d_{\text{pipa}} = \sqrt{\left(\frac{4 \times A_{\text{pipa}}}{\pi}\right)} = \sqrt{\left(\frac{4 \times 0,084 \text{ m}^2}{3,14}\right)} = 0,319 \text{ m} \rightarrow 0,319 \text{ m (pasaran)}$$

- Cek kecepatan (v_{pipa})

$$v_{\text{pipa}} = \frac{Q_{\text{pipa}}}{A_{\text{pipa}}} = \frac{0,084 \text{ m}^3/\text{s}}{1/4 \times \pi \times (0,32)^2} = 1 \text{ m/s}$$

4) Bak Ekualisasi

Direncanakan:

- Waktu tinggal (t_{dekual}) = 5 menit (300 detik)
- Debit bak ekualisasi (Q_{ekual}) = $0,08 \text{ m}^3/\text{s}$
- Panjang bak ekualisasi ($P_{\text{ekual}} = L_{\text{filter}}$) = 7,6 m
- Tinggi bak filter (h_{filter}) = 4 m
- Tinggi penyaring ($h_{\text{penyaringt}}$) = 0,9 m
- Tinggi penyangga ($h_{\text{penyangga}}$) = 0,3 m

Perhitungan:

- Tinggi air pada bak ekualisasi ($h_{\text{air-ekual}}$)

$$h_{\text{air-ekual}} = h_{\text{air}} = 2 \text{ m}$$
- Volume bak ekualisasi (V_{ekual})

$$V_{\text{ekual}} = Q_{\text{ekual}} \times t_{\text{ekual}} = 0,08 \text{ m}^3/\text{s} \times 300 \text{ s} = 24 \text{ m}^3$$
- Lebar bak ekualisasi (L_{ekual})

$$L_{\text{ekual}} = \left[\frac{V_{\text{ekual}}}{(P_{\text{ekual}} \times h_{\text{air}})} \right] = \left[\frac{24 \text{ m}^3}{(7,6 \text{ m} \times 2 \text{ m})} \right] = 0,8 \text{ m}$$
- Tinggi bak ekualisasi (h_{ekual})

$$h_{\text{ekual}} = h_{\text{air}} + h_{\text{freeboard}} \rightarrow h_{\text{freeboard}} = 10\% \times h_{\text{air-ekual}}$$

$$h_{\text{ekual}} = [h_{\text{air-ekual}} + (10\% \times h_{\text{air-ekual}})]$$

$$h_{\text{ekual}} = [2 \text{ m} + (0,1 \times 2 \text{ m})] = 3,2 \text{ m}$$

5) Saluran Transmisi (filter-reservoir)

Direncanakan :

- Kapasitas pipa saluran transmisi (Qm) = 80 l/s = 0,08 m³/s
- Kecepatan dalam pipa (v) = 1 m/s
- Koefisien Hazen William pipa GIP (C) = 150
- Panjang pipa transmisi = 10 m
- Aksesories pipa yang digunakan untuk pipa Galvanis Iron Pipe :
 Bend 90° = 4 buah ; kf = 0,33

Perhitungan :

- Luas penampang pipa (A)

$$A = \frac{Q}{v} = \frac{0,08 \text{ m}^3/\text{s}}{1 \text{ m/s}} = 0,08 \text{ m}^2$$

- Diameter pipa (d)

$$d = \sqrt{\frac{4 A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,08 \text{ m}^2}{3,14}} = 0,319 \text{ m} \rightarrow 319 \text{ mm}$$

- Check kecepatan aliran dalam pipa (v_{aktual})

$$V_{\text{aktual}} = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\frac{1}{4} \pi d^2} = \frac{0,08 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{1}{4} \times 3,14 \times (0,319 \text{ m})^2} = 1 \text{ m/s}$$

- Kemiringan (S)

$$S = \left(\frac{Q}{0,2785 \times C \times d^{2,63}} \right)^{1/0,54}$$

$$S = \left(\frac{0,08 \text{ m}^3/\text{s}}{0,2785 \times 150 \times 0,319 \text{ m}^{2,63}} \right)^{1/0,54} = 0,002 \text{ m/m}$$

- Kehilangan tekan melalui pipa transmisi (hl_{mayor})

$$hl_{\text{mavor}} = S \times L = 0,002 \text{ m/m} \times 10 \text{ m} = 0,02 \text{ m}$$

- Kehilangan tekan melalui aksesories pipa ($h_{l_{minor}}$)

$$hl_{\text{bend } 90} = 4 \times k \times \left(\frac{v^2}{2g} \right) = 4 \times 0,33 \times \left(\frac{1^2 \text{ m/s}}{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2} \right) = 0,07 \text{ m}$$

- Kehilangan tekan melalui sistem transmisi ($h_{l_{transmisi}}$)

$$hl_{\text{transmisi}} = hl_{\text{mayor}} + hl_{\text{minor}} = 0,02 \text{ m} + 0,07 \text{ m} = 0,09 \text{ m}$$

Hasil Rancangan :

- Dimensi Bak Filtrasi

- Jumlah bak filtrasi = 4 bak
- Lebar bak filtrasi = 1,9 meter
- Panjang bak filtrasi = 3,8 meter
- Luas bak filtrasi = 7,2 meter²
- Tinggi bak filtrasi = 4 meter

- Tebal Lapisan

- Media penyaring (antrasit) = 40 centimeter

Desinfeksi bertujuan untuk membunuh mikroorganisme dalam air. Desinfeksi menggunakan kalsium hipoklorit $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ atau biasa disebut kaporit merupakan jenis desinfektan yang sering digunakan karena harganya murah dan dapat membunuh mikroorganisme selama waktu kontak. Proses desinfeksi dilakukan secara post chlorination yaitu setelah air mengalami pengolahan. Dosis klor dihitung dengan adanya break poin chlorination, apabila dosis kurang maka desinfeksi akan gagal dan apabila berlebih membuat rasa dan bau menyengat. Untuk perhitungan desain filtrasi digunakan rumus sebagai berikut:

Direncanakan:

- Perhitungan:

- dosis_{klor} = BPC + sisa klor
- dosis_{klor} = 2 mg/l + 0,5 mg/l = 2,5 mg/l = 2,5 gr/m³
- Kebutuhan klor per jam
- kebutuhan_{klor} = $\frac{(Q_{\text{pengolahan}} \times \text{dosis}_{\text{klor}})}{\text{kadar}_{\text{klor}}}$
- kebutuhan_{klor} = $\frac{(0,08 \text{ m}^3/\text{s} \times 2,5 \text{ gr/m}^3)}{0,6} = 0,3 \text{ gr/s} = 10,8 \text{ kg/jam}$
- Kapasitas tangki
- kapasitas_{tangki} = kebutuhan_{klor} × periode_{pelarutan klor}
- kapasitas_{tangki} = 10,8 kg/jam × 24 jam = 259 kg/hari
- Debit air pelarutan klor
- $Q_{\text{pelarutan}} = \frac{\text{kebutuhan}_{\text{klor}}}{(\text{konsentrasi}_{\text{klor di pipa}} \times \text{densitas air})}$
- $Q_{\text{pelarutan}} = \frac{10,8 \text{ kg/jam}}{(0,01 \times 995,68 \text{ kg/m}^3)} = 10 \text{ m}^3/\text{jam} = 0,003 \text{ m}^3/\text{s}$
- Volume bak penampung klor
- $V_{\text{bak}} = Q_{\text{pelarutan}} \times t_d = 10 \text{ m}^3/\text{jam} \times 24 \text{ jam} = 240 \text{ m}^3/\text{hari}$
- Luas penampang pipa (A)
- $A = \frac{Q}{v} = \frac{0,003 \text{ m}^3/\text{s}}{10 \text{ m/s}} = 0,0003 \text{ m}^2$
- Diameter pipa (d)
- $d = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,0003 \text{ m}^2}{3,14}} = 0,02 \text{ m} \rightarrow 21,3 \text{ mm (pipa pasaran)}$
- Kemiringan (S)
- $S = \left(\frac{Q}{0,2785 \times C \times d^{2,63}} \right)^{1/0,54}$
- $S = \left(\frac{0,003 \text{ m}^3/\text{s}}{0,2785 \times 150 \times 0,02 \text{ m}^{2,63}} \right)^{1/0,54} = 4,3 \text{ m/m}$
- Kehilangan tekan melalui pipa transmisi (hl_{mavor})
- hl_{mavor} = S × L = 4,3 m/m × 5 m = 21 m

Reservoir digunakan untuk menampung air hasil pengolahan yang kemudian didistribusikan ke konsumen. Kapasitas reservoir dibuat untuk memenuhi kebutuhan distribusi dan instalasi. Kebutuhan instalasi adalah kebutuhan air untuk proses pengolahan air minum meliputi :

- Untuk perhitungan desain filtrasi digunakan rumus sebagai berikut:

A. Air untuk kebutuhan operator

$$\text{Debit untuk operator} = 15 \text{ org} \times 0,15 \text{ m}^3/\text{org}/\text{hr} = 2,25 \text{ m}^3/\text{hr}$$

Debit pelarutan desinfektan = $240 \text{ m}^3/\text{hr}$

Debit air untuk backwash = $50,4 \text{ m}^3/\text{hr}$

$$\text{Debit pembersihan bak sedimentasi} = 5,2 \text{ m}^3/\text{hr} \times 2 \text{ bak} = 10,4 \text{ m}^3/\text{hr}$$
$$\begin{aligned} Q_{\text{total}} &= Q_{\text{pelarutan desinfektan}} + Q_{\text{backwash filter}} + Q_{\text{pemversihan}} \\ &\quad \text{lumpur sedimentasi} + Q_{\text{operator}} + Q_{\text{pengolahan air}} \\ &= 240 \text{ m}^3/\text{hr} + 50,4 \text{ m}^3/\text{hr} + 10,4 \text{ m}^3/\text{hr} + 2,25 \text{ m}^3/\text{hr} + 13.763 \text{ m}^3/\text{hr} \\ &= 14.066 \text{ m}^3/\text{hr} \end{aligned}$$

Menghitung volume reservoir dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$V_{res} = \left(\frac{100\% - 70\%}{100\%} \times Q_{total} \right) = (0,3 \times 14.066 \text{ m}^3) = 4220 \text{ m}^3$$

3) Dimensi Reservoir

Direncanakan:

- Kedalaman reservoir ($h_{\text{reservoir}}$) = 8 m
- Volume total ($V_{\text{reservoir}}$) = 4227 m³
- P : L = 2 : 1

Perhitungan:

$$- \text{Luas bak (A}_{\text{reservoir}}) = \frac{\text{Volume}}{h} = \frac{2813 \text{ m}^3}{6 \text{ m}} = 527 \text{ m}^2$$

$$- A_{\text{reservoir}} = P \times L \rightarrow P = 2L^2$$

$$L_{\text{reservoir}} = \sqrt{\frac{A_{\text{reservoir}}}{2}} = \sqrt{\frac{527 \text{ m}^2}{2}} = 16 \text{ m}$$

$$P_{\text{reservoir}} = 2 \times L = 2 \times 16 \text{ m} = 32 \text{ m}$$

Jadi dimensi reservoir :

Panjang (L) = 32 m

Lebar (B) = 16 m

Kedalaman (H) = 8 m

4) Baffle Reservoir

Direncanakan:

- Jarak antar baffke = 2 m
- Tebal baffle (w_{baffle}) = 0,3 m

Perhitungan:

- Jumlah baffle (n_{baffle})

$$n_{\text{baffle}} = \left(\frac{L_{\text{reservoir}}}{\text{jarak}_{\text{baffle}}} \right) - 1 = \left(\frac{16 \text{ m}}{2 \text{ m}} \right) - 1 = 7 \text{ baffle}$$

- Tebal total baffle

$$\text{tebal}_{\text{total baffle}} = n_{\text{baffle}} \times w_{\text{baffle}} = 7 \times 0,3 \text{ m} = 2,1 \text{ m}$$

Hasil Rancangan :

- Dimensi Bak Filtrasi

- Lebar bak filtrasi = 16 meter

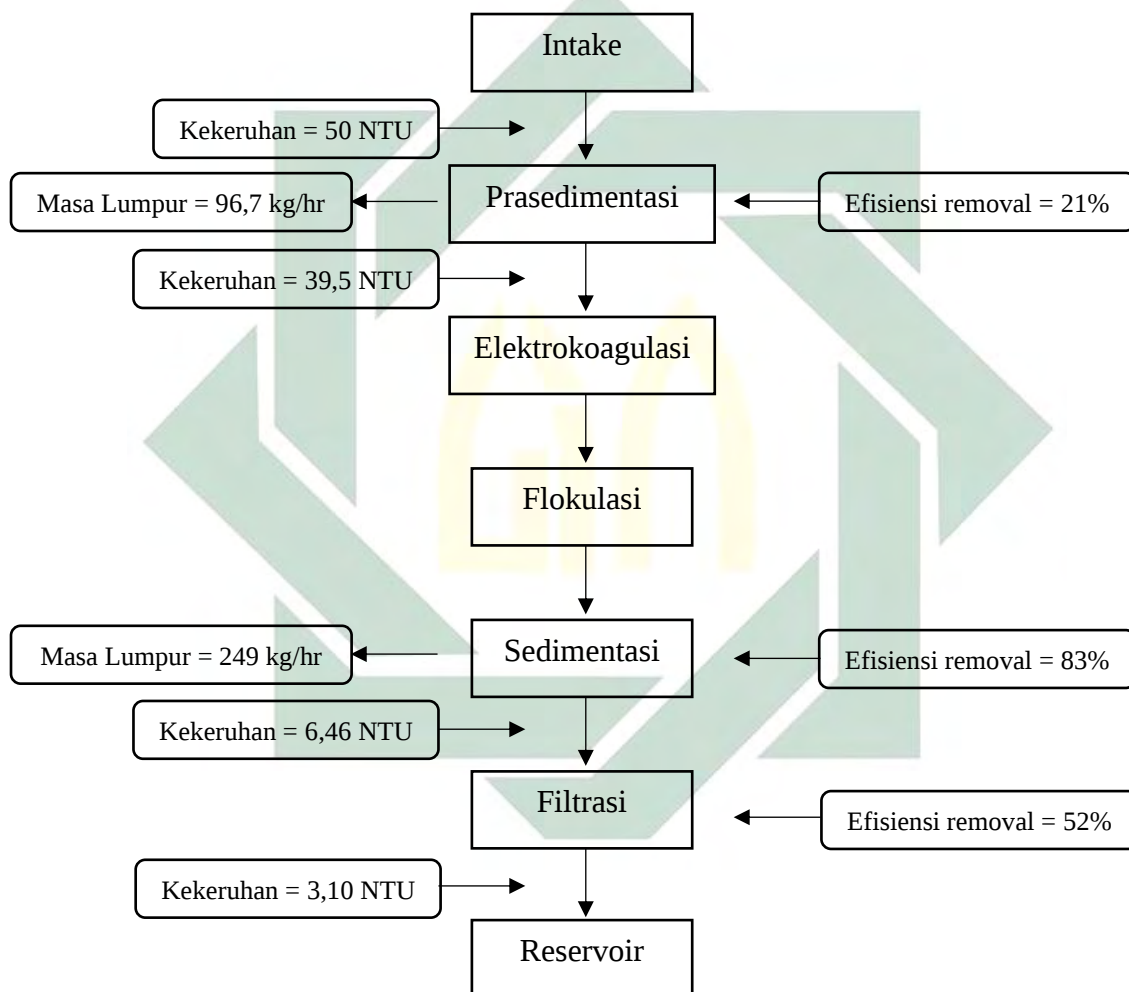
- Panjang bak filtrasi = 32 meter

- Tinggi bak filtrasi = 8 meter

5.4.9. Mass Balance

Mass balance adalah keseimbangan massa digunakan untuk mengetahui bahan yang masuk dan keluar dalam proses pengolahan dan menghasilkan kuantitas komponen atau proses secara keseluruhan. Hasil mass balance instalasi pengolahan air dapat dilihat pada gambar dibawah ini 5.5.

Gambar 5. 4 Mass Balance Pengolahan Air



Instalasi pengolahan air mampu menyisihkan tingkat kekeruhan sebesar 93,8% dengan hasil effluennya 3,10 NTU dan menghasilkan lumpur sebanyak 345,7 kg per hari

Tujuan dilakukan perhitungan profil hidrolis adalah untuk mengetahui tinggi muka air dari masing-masing unit bangunan pengolahan yang telah direncanakan. Perhitungan profil hidrolis dilakukan berdasarkan besarnya kehilangan tekanan dari saluran-saluran penghubung di setiap unit bangunan pengolahan. Dalam perhitungan profil hidrolis yang akan dilakukan ini tinggi muka air reservoir/*clear well* dengan tinggi muka air $\pm 10,2$.

- Elevasi pompa intake = 10,2 m
- Headloss transmisi intake = 0,2138 m
- Muka air awal bak pengendap = 10,2 m - 0,2138 m = 9,9862 m

- Muka air awal prased = 9,9862 m
- Headloss gutter = 0,046 m
- Muka air akhir prased = 9,9862 m - 0,046 m = 9,9402 m

Headloss transmisi prased-EK = 0,0776 m

– Muka air akhir EK = 9,9402 m - 0,0776 m = 9,8626 m

Headloss transmisi EK-sed	= 0,046 m
– Muka air awal flokulasi	= 9,8626 m - 0,046 m = 9,8166 m
Headloss tahap flokulasi	= 0,5528 m
– Muka air akhir flokulasi	= 9,8166 m - 0,5528 m = 9,2638 m

- Muka air awal prased = 9,2638 m
- Headloss gutter = 0,026 m
- Muka air akhir prased = 9,2638 m - 0,026 m = 9,2378 m

– Muka air awal filter	= 9,2378 m
Headloss saat filtrasi	= 0,171 m

Tabel 5. 11 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

NO	ITEM PEKERJAAN	JUMLAH HARGA
A	PEKERJAAN GUDANG MATERIAL	Rp 1.414.650
B	PEKERJAAN BETON BERTULANG (120 kg besi + bekisting)	Rp 4.888.972.191
D	PEKERJAAN GALIAN TANAH	Rp 164.840.534
E	PEKERJAAN ACIAN	Rp 804.858
G	PEKERJAAN PEMASANGAN DAN PEMOTONGAN PIPA	Rp 570.318.733
H	AKSESORIS PIPA	Rp 55.412.400
I	UNIT PELENGKAP	Rp 74.136.000
	<i>JUMLAH PEMBANGUNAN IPA</i>	Rp 5.755.899.367
	<i>PPN 10%</i>	Rp 575.589.937
	<i>BIAYA KONTRUKSI FISIK</i>	Rp 6.331.489.303
	<i>DIBULATKAN</i>	Rp 6.331.490.000
<i>Terbilang : Enam Miliar Tiga Ratus Tiga Puluh Satu Juta Empat Ratus Sembilan Puluh Ribu Rupiah</i>		

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan tabel perhitungan RAB diatas pembangunan IPA terbagi menjadi 8 item pekerjaan dengan biaya pembangunan IPA sebesar Rp. 5.755.899.367 ditambah dengan biaya PPN sebesar 10% sehingga total biaya konstruksi fisik pembangunan IPA sebesar Rp. 6.331.490.000,- (Enam Miliar Tiga Ratus Tiga Puluh Satu Juta Empat Ratus Sembilan Puluh Ribu Rupiah).

Tabel 5. 12 Rekapitulasi Biaya Operasional Pemeliharaan

NO	ITEM PEKERJAAN	SAT.	VOL.	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
A	OPERASIONAL				
	a. Listrik	kWh	40	1444,7	Rp 57.788
	b. Desinfektan	Kg	259	35000	Rp 9.065.000
	c. Plat elektrokoagulasi	lbr	10	45000	Rp 450.000
	<i>Jumlah</i>				9.572.788,00

BAB VI
PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dalam perencanaan IPA diatas, dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Hasil perencanaan IPA dapat diperinci sebagai berikut:
 - a. Perencanaan IPA digunakan untuk jangka waktu 20 tahun kedepan dimulai pada tahun 2020 sampai tahun 2040
 - b. Proyeksi jumlah penduduk di Kecamatan Tembelang tahun 2040 sebanyak 55.573 jiwa
 - c. Total kebutuhan air pada tahun 2040 mencapai 160 liter/detik
 - d. Perencanaan meliputi unit intake, prasedimentasi, elektrokoagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi, desinfeksi, dan reservoir
2. Hasil perhitungan rencana anggaran biaya (RAB) untuk perencanaan IPA membutuhkan biaya sebesar Rp. 6.331.490.000,- (Enam Miliar Tiga Ratus Tiga Puluh Satu Juta Empat Ratus Sembilan Puluh Ribu Rupiah). dan biaya operasional pemeliharaan sebesar Rp. 9.622.788.- (Sembilan Juta Enam Ratus Dua Puluh Dua Ribu Tujuh Ratus Delapan Puluh Delapan Rupiah).

6.2. Saran

Berdasarkan hasil analisis perencanaan IPA terdapat beberapa saran yaitu:

1. Perlu adanya pengujian laboratorium lebih lanjut tentang kualitas air baku Sungai Brantas.
2. Untuk lebih lanjut bisa direncanakan unit distribusi dari IPA ini.

DAFTAR PUSTAKA

- American Water Works Association (AWWA) 1971
- Aoudj, S, A. Khelifa, N. Drouiche. 2017. *Removal Of Fluoride, SDS, Ammonia And Turbidity From Semiconductor Wastewater By Combined Electrocoagulation-Electroflotation*. Chemosphere 180 (2017) 379-387.
- Arifiani, N. 2014. *Studi Proses Elektrokoagulasi Untuk Meningkatkan Kualitas Air Sungai Sebagai Air Baku*
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Jombang Tahun 2018
- Business Plan Tahun 2018-2022 PDAM Tirta Kencana Kabupaten Jombang
- Darmasetiawan. 2004. *Teori Dan Perencanaan Instalasi Pengolah Air*.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. *Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 907/Menkes/Sk/Vii/2010 Tentang Syarat-Syarat Dan Pengawasan Kualitas Air Minum*. Jakarta. 2010
- Golder Associates Ltd. 2011. *Tss-Turbidity Relationship In Yellowknife River In Vicinity Of Proposed New NTPC Bluefish Dam*. Alberta Canada
- Hakizimana, Jean Nepo, Bouchaib Gourich, Mohammed Chafi, dkk. 2017. *Electrocoagulation process in water treatment: A review of electrocoagulation modeling approaches*. Desalination 404 (2017) 1–21
- Hermanto, J., Yusuf, W., & Rahayu, D. 2007. *Evaluasi Dan Optimalisasi Instalasi Pengolahan Air Minum (Ipa I) Sungai Sengkuang Pdam Tirta Pancur Aji Kota Sanggau*. Jurnal Nasional, 1-10.
- Joko, T. 2010. *Unit Produksi Dalam Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta: Graha Ilmu.
- Kamawura, S. 1991. *Integrated Design Of Water Treatment Facilities*. New York: John Willey An Sons.
- Keputusan Bupati Jombang Nomor: 188.4.45/340/415.10.3.4/2018 Tentang Standar Satuan Harga Untuk Kegiatan Pembangunan Sarana Dan Prasarana Fisik Tahun Anggaran 2019

