

PERENCANAAN UNIT INSTALASI PENGOLAHAN AIR MINUM STUDI KASUS: KABUPATEN NGANJUK

M Fitra Bayu Addi²⁾, Tomy Ady Bharata¹⁾, Yuliana Sukarmawati³⁾

^{1,2}Program Studi Teknik Lingkungan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik,
Universitas Jember

³Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali

E-mail: sukarmawati@yahoo.co.id

Abstract

Until now, the supply of quality drinking water in Nganjuk Regency is still lacking. This is inversely proportional to the increasing annual population growth. So it is necessary to fulfill drinking water both in quality and quantity. Fulfillment of the quality in question is carried out by building a new drinking water management unit with a planning period of 20 years (2019-2040). While the fulfillment of the quantity is by utilizing Brantas river water at (820,000 L / sec) as a source of planning. From the projection results, the population in 2040 will be 155,916.9 people, with a maximum daily need of (668.68 L / second). The discharge to be processed in this plan is 351,000 L / s from the Brantas river in Kertosono District. The results of the analysis determined the processing unit in alternative 1 using Intake, Pre-sedimentation, Coagulation, Flocculation, Sedimentation, Filtration, Disinfection and Reservoir.

Keyword: *Population Projection, Water Demand Projection, Treatment Unit Design.*

Abstrak

Kebutuhan air minum dan air bersih di Kabupaten Nganjuk hingga saat ini sangatlah diperlukan. Hal ini berbanding terbalik dengan semakin meningkatnya pertumbuhan penduduk pertahunnya. Sehingga perlu adanya pemenuhan air minum baik kualitas maupun kuantitasnya. Pemenuhan kualitas yang dimaksud dilakukan dengan membangun unit pengolahan air minum yang baru dengan periode perencanaan selama 20 tahun (2020-2040). Sedangkan pemenuhan kuantitas yaitu dengan memanfaatkan air sungai Brantas dengan debit (820.000 lt/dtk) sebagai sumber perencanaan. Dari hasil proyeksi, jumlah penduduk pada tahun 2040 sebanyak 155,916,9 penduduk, dengan kebutuhan maksimum perhari sebesar (668.68 Lt/dt). Debit yang akan diolah pada perencanaan ini sebanyak 351.000 lt/dtk dari air sungai Brantas yang berada di Kecamatan Kertosono. Hasil Analisis ditentukan unit pengolahan pada alternatif dengan menggunakan Intake, Prasedimentasi, Koagulasi, Flokulasi, Sedimentasi, Filtrasi, Desinfeksi dan Reservoir.

Kata Kunci: *Proyeksi penduduk, proyeksi kebutuhan air, desain unit pengolahan.*

PENDAHULUAN

Nganjuk merupakan kabupaten yang berada di wilayah Provinsi Jawa Timur dengan jumlah penduduk 1.051.900 jiwa pertahun 2018. Dalam penyediaan air minum berkualitas Kabupaten nganjuk kerap menjumpai masalah yang cukup kompleks. Permasalahan yang timbul yakni sering dijumpai bahwa kualitas air tanah maupun air sungai yang digunakan masyarakat kurang memenuhi syarat sebagai air minum yang sehat bahkan di beberapa tempat tidak layak untuk diminum. Air yang layak diminum, mempunyai standar persyaratan tertentu yakni persyaratan fisis, kimiawi dan biologis. Standar kualitas air minum harus sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.492/MENKES/PER/IV/ 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.

METODE PENELITIAN

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan basis data yang diperoleh dari Dinas Permukiman dan Perumahan Provinsi Jawa Timur. Pengolahan data yang dilakukan dengan menghitung proyeksi kebutuhan yang terkait pada proyeksi penduduk. Proyeksi penduduk digunakan sebagai penentu jumlah penduduk selama 20 tahun perencanaan yaitu 2020-2040. Penentuan jumlah penduduk menggunakan tiga metode proyeksi yaitu metode aritmatika, metode geometrik dan last square. Proyeksi kebutuhan air terdiri dari total kebutuhan domestik, non-domestik dan kehilangan air dengan mengacu pada RPJM 2015-2019. Hasil proyeksi kebutuhan air didapat Q_{maks}/Day , sebagai debit yang akan direncanakan. Tahap selanjutnya menentukan analisa kualitas dan kuantitas air dari sumber mengacu pada standart baku mutu PP 82/2001 kelas 1 sebagai stream standart. Setelah melakukan analisa kualitas, dapat dilakukan penentuan unit pengolahan yang sesuai dengan kebutuhan ekisting, penyusunan alternatif desain, penentuan alternatif desain, penentuan dosis koagulan optimum, perhitungan dimensi setiap unit pengolahan, dan pembuatan gambar sesuai gambar teknik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kabupaten Nganjuk merupakan wilayah dengan luas sebesar 1.224,33 km² yang memiliki 20 kecamatan yang tersebar di area dataran tinggi hingga pegunungan, dan tidak memiliki garis pantai. Fasilitas penunjang kegiatan masyarakat juga banyak tersebar di kabupaten nganjuk, diantaranya fasilitas pendidikan, fasilitas kesehatan, peribadatan dan juga fasilitas perdagangan seperti pasar. Jumlah penduduk Kabupaten Nganjuk pada tahun 2019 ialah 1.116.285 jiwa dengan laju pertumbuhan penduduk 0,49%. Kabupaten nganjuk memiliki beberapa sumber air

seperti sungai dan mata air pegunungan yang dapat memenuhi kebutuhan air masyarakat. Sumber air yang paling berpotensi untuk memenuhi kebutuhan tersebut ialah Sungai Brantas dengan debit 820.000 liter/detik (Kuntjoro, 2011).

Perencanaan IPAM Kabupaten Nganjuk akan direncanakan dalam 4 tahap dengan kapasitas total 1,534 m³/detik di akhir periode perencanaan. Periode perencanaan ialah 20 tahun (2020 – 2040) dengan tahap pertama perencanaan pada tahun 2025. Komponen perencanaan pada tahap pertama dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komponen perencanaan Tahap pertama pada tahun 2025

No.	Komponen	Perencanaan
1.	Jumlah Penduduk Total	1.213.542 Jiwa
2.	Tingkat Pelayanan	40 %
3.	Penduduk Terlayani	485.417 Jiwa
4.	Kebutuhan Air Domestik	497,21 l/detik
5.	Kebutuhan Air Fasilitas	60,01 l/detik
6.	Sub Total Kebutuhan	557,23 l/detik
7.	Kehilangan Air	20 %
8.	Total Kebutuhan Rata-Rata	668,68 l/detik
9.	Kebutuhan Oprasional IPAM	33,43 l/detik
10.	Kebutuhan Penyadapan	842,53 l/detik
11.	Kapasitas Produksi	702,11 l/detik
12.	Kapasitas Produksi per Unit	351,05 l/detik

Sumber: Hasil Analisis, 2020

Tahapan/alternatif pengolahan yang akan digunakan pada perencanaan IPAM Kabupaten Nganjuk direncanakan menggunakan sistem hidrolis dengan tahap pertama ialah penyadapan air baku menggunakan *River Intake*, kemudian prasedimentasi digunakan untuk mengurangi partikel diskrit dalam air. Tahap selanjutnya yaitu proses yang diawali dengan koagulasi flokulasi yang didalam terjadi proses pembentukan flok dari padatan terlarut, sedimentasi untuk mengendapkan flok, filtrasi untuk menyaring flok yang lolos dari proses sedimentasi, disinfeksi dan terakhir penampungan di reservoir.

1. Perencanaan Unit *Intake*

Unit intake menggunakan jenis *River Intake* mengingat sumber air yang digunakan ialah Sungai Brantas. Adapun hasil perhitungan unit intake dapat dilihat pada Tabel 3.

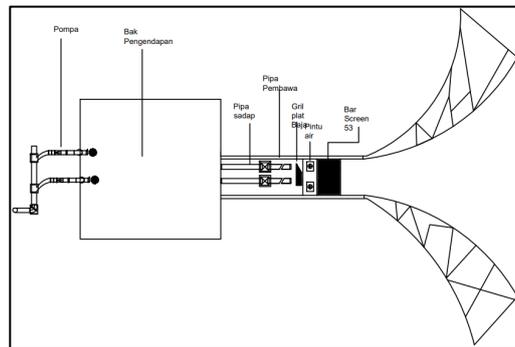
Tabel 3. Hasil Perhitungan Unit Intake

No	Komponen	Desain
1.	Debit Penyadapan	421,2 l/detik
2.	Bar Screen	
	- Lebar saluran	1,3 m
	- Kisi bulat lingkaran	2,42
	- Diameter batang	0,015 m

No	Komponen	Desain
	- Jarak bukaan batang	0,04 m
	- Kemiringan	60
	- Jumlah batang	25 buah
3.	Bak Pengumpul	
	- Volume Bak Pengumpul	252,6 m ³
	- Luas Bak Pengumpul	29,72 m ²
	- Lebar Bak Pengumpul	5,5 m
	- Panjang Bak Pengumpul	5,5 m
4.	Saluran Pembawa	
	- Panjang saluran	4 m
	- Lebar saluran	1,67 m
5.	Pintu Air	
	- Lebar pintu air	0,9 m
	- Lebar saluran	1,3 m

Sumber: Hasil Analisis, 2020

Hasil perhitungan digunakan sebagai dasar dalam penggambaran desain yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain Unit Intake

Sumber: Hasil Analisis, 2020

2. Perencanaan Unit Prasedimentasi

Unit prasedimentasi dibutuhkan untuk mengurasi kandungan partikel diskrit dan kekeruhan dalam air baku. Adapun hasil perhitungan perencanaan unit prasedimentasi dapat dilihat pada Tabel 4.

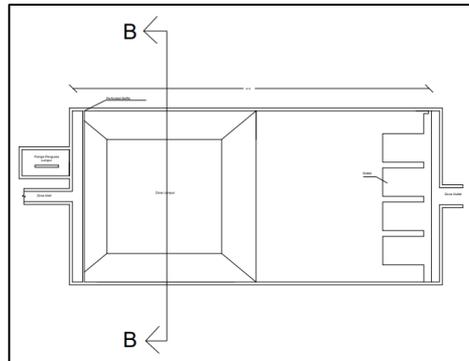
Tabel 4. Hasil Perhitungan Unit Prasedimentasi

No	Komponen	Desain
1.	Debit Pengolahan	351 l/detik
2.	Zona Pengendapan	
	- Luas Bak	977 m ²
	- Lebar Bak	8,5 m
	- Panjang Bak	34 m
3.	Zona Lumpur	
	- Panjang (P1)	2,5 m
	- Lebar (L1)	8,5 m
	- Panjang (P2)	0,5 m
	- Lebar (L2)	0,5 m
	- Kedalaman	1 m

4.	Zona Inlet	
-	Kedalaman Saluran	1 meter
-	Lebar Saluran	1,4 m
5.	Zona Outlet	
-	Lebar Saluran	0,5 m
-	Tinggi Saluran	0,4 m

Sumber: Hasil Analisis, 2020

Hasil perhitungan kemudian digunakan untuk membuat gambar unit prasedimentasi yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Desain Unit Prasedimentasi

Sumber: Hasil Analisis, 2020

3. Perencanaan Unit Koagulasi

Unit koagulasi direncanakan dengan menggunakan koagulasi hidrolis sebagai pengadukan cepat, hasil perencanaan unit koagulasi dapat dilihat pada Tabel 5.

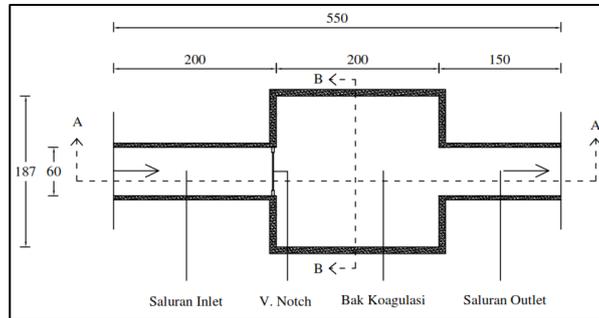
Tabel 5. Hasil Perhitungan Unit Koagulasi

No.	Komponen	Desain
1.	Sistem Inlet	
-	Lebar saluran inlet (L_{inlet})	0,6 m
-	Panjang saluran inlet (P_{inlet})	2 m
-	Ketinggian air inlet (T_{inlet})	0,355 m
-	Ketinggian inlet ($h_{saluran}$)	0,4265 m
-	HL inlet	0,06 m
2.	Pelimpah (V-Notch)	
-	Tinggi muka air V-Notch	0,2359 m
-	Lebar muka air V-Notch	0,47 m
-	Luas V-Notch	0,055 m ²
3.	Dimensi Bak	
-	Volume bak (V_{bak})	7 m ³
-	Lebar bak (L_{bak})	1,87 m
-	Panjang bak (P_{bak})	2 m
-	Tinggi bak (T_{bak})	1,5 m
4.	Kontrol Aliran	
-	Jari-jari hidrolis (R)	0,497 m
-	Bilangan Reynold (NRe)	1,8 x 10 ⁶
-	Bilangan Froude (NFr)	2,233
5.	Sistem Outlet	
-	Lebar saluran outlet (L_{outlet})	0,6 m
-	Panjang saluran outlet (P_{outlet})	1,5 m

- Ketinggian air outlet (h_{air})	0,401 m
- Ketinggian outlet ($h_{saluran}$)	0,4 m
- HL outlet	0,00319 m

Sumber: Hasil Analisis, 2020

Hasil perhitungan kemudian digunakan untuk membuat gambar unit koagulasi yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Desain Unit Koagulasi

Sumber: Hasil Analisis, 2020

4. Perencanaan Unit Flokulasi

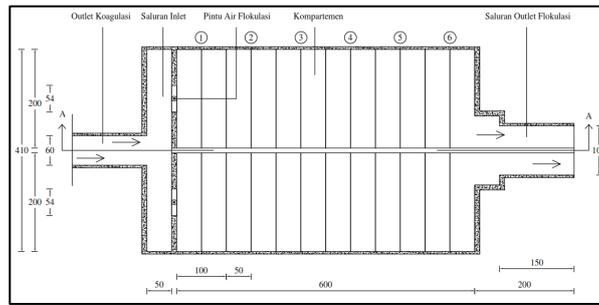
Unit flokulasi direncanakan dengan menggunakan flokulasi hidrolis sebagai pengadukan lambat, memiliki 6 kompartemen, hasil perencanaan unit koagulasi dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Unit Flokulasi

No.	Komponen	Desain
1.	Debit pengolahan (Q)	0,0877 m ³ /detik
2.	Flokulasi <i>baffel channel</i>	6 Tahap
3.	Panjang bak flokulasi (P_{bak})	6 meter
4.	Lebar bak flokulasi (L_{bak})	2 meter
5.	Lebar / Kompartemen	1 meter
6.	Sistem Inlet	
-	Luas inlet (S_{inlet})	0,25 m ²
-	Lebar inlet (L_{inlet})	0,5 meter
-	Tinggi inlet (h_{inlet})	0,6 meter
-	Panjang inlet (P_{inlet})	2,1 meter
7.	Sistem Outlet	
-	Luas outlet (S_{outlet})	0,175 m ²
-	Lebar outlet (L_{outlet})	0,1 meter
-	Panjang outlet (P_{outlet})	1,5 meter

Sumber: Hasil Analisis, 2020

Hasil perhitungan kemudian digunakan untuk membuat gambar unit flokulasi yang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 4. Desain Unit Flokulasi

Sumber: Hasil Analisis, 2020

5. Perencanaan Unit Sedimentasi

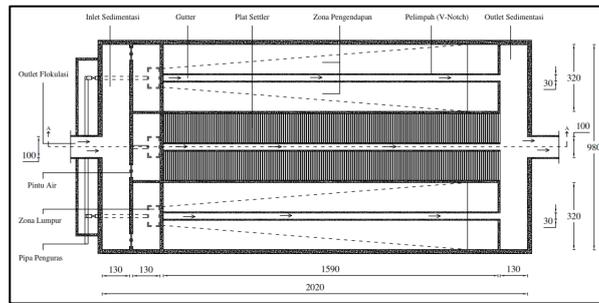
Unit sedimentasi direncanakan untuk mengendapkan flok yang terbentuk dari proses flokulasi, hasil perencanaan unit koagulasi dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Unit Sedimentasi

No.	Komponen	Desain
1.	Kondisi performa bak (n)	1/3 (Good Performance)
2.	Dimensi bak sedimentasi	
	- Debit pengolahan tiap bak (q_{bak})	0,18 m/detik
	- Kecepatan (v_s)	0,000417 m/detik
	- Luas permukaan bak sedimentasi (A_s)	432 m ²
3.	Dimensi zona pengendapan	
	- Luas zona pengendapan (A_{zp})	51 m ²
	- Lebar zona pengendapan (L_{zp})	3,2 m
	- Panjang zona pengendapan (P_{zp})	16 m
	- Panjang ZP sebenarnya ($P_{zp\ real}$)	17 cm
	- Jumlah plat settler (n_{plat})	174 buah
4.	Zona Inlet	
	- Lebar zona inlet (L_{zi})	3,2 m
	- Panjang zona inlet (P_{zi})	1,3 m
	- Tinggi zona inlet (h_{zi})	1,3 m
5.	Zona Outlet (Pelimpah)	
	- Lebar V-Notch ($WV\text{-Notch}$)	0,1 m
	- Panjang pelimpah ($P_{pelimpah}$)	16 m
	- Jumlah pelimpah ($n_{pelimpah}$)	6 buah
6.	Gutter	
	- Jumlah gutter (n)	3 buah
	- Panjang gutter (P_{gutter})	16 meter
	- Lebar gutter (L_{gutter})	0,3 m
	- Tinggi gutter (h_{gutter})	0,33 m
7.	Zona Lumpur	
	- Jumlah kompartemen lumpur (n)	6 buah
	- Panjang ruang lumpur (P_{zp})	16 m
	- Lebar ruang lumpur (L_{zp})	3,2 m

Sumber: Hasil Analisis, 2020

Hasil perhitungan kemudian digunakan untuk membuat gambar unit sedimentasi yang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 5. Desain Unit Sedimentasi
Sumber: Hasil Analisis, 2020

6. Perencanaan Unit Filtrasi

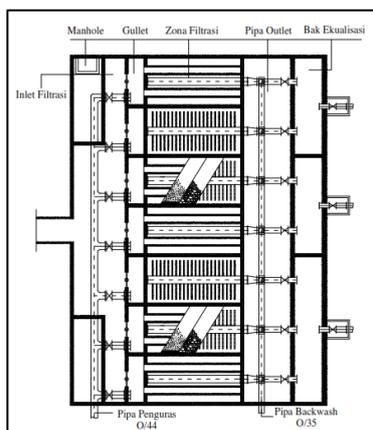
Unit filtrasi direncanakan dengan menggunakan single media yaitu media pasir, hasil perencanaan unit koagulasi dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Perhitungan Unit Sedimentasi

No.	Komponen	Desain
1.	Dimensi bak filtrasi	
-	Jumlah bak filtrasi	7 buah
-	Lebar bak filtrasi	3 m
-	Panjang bak filtrasi	6 m
-	Luas bak filtrasi	18 m ²
-	Tinggi bak filtrasi	484 cm
2.	Tebal Lapisan	
-	Media penyaring (pasir)	80 cm
-	Media penyangga (kerikil)	54,8 cm
3.	Sistem inlet	
-	Lebar saluran inlet	1,3 m
-	Tinggi saluran inlet	0,4 m
-	Panjang saluran inlet	22,2 m
4.	Sistem outlet bak filtrasi	
	<i>Gutter</i>	
-	Jumlah gutter	2 buah bak
-	Lebar saluran gutter	0,4 m
-	Panjang gutter	6 m
	<i>Pelimpah</i>	
-	Panjang pelimpah	6 m
-	Jumlah pelimpah	4 buah
	<i>Bak Penampung</i>	
-	Lebar bak	0,75 m
-	Panjang bak	3 m
	<i>Gullet</i>	
-	Lebar gullet	1 m
-	Panjang gullet	3 m

Sumber: Hasil Analisis, 2020

Hasil perhitungan kemudian digunakan untuk membuat gambar unit filtrasi yang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Desain Unit Sedimentasi

Sumber: Hasil Analisis, 2020

7. Perencanaan Unit Reservoir

Perencanaan unit reservoir dilengkapi dengan kebutuhan klorinasi sebagai proses desinfeksi air hasil produksi sebelum di tampungng dalam bak reservoir. Adapun hasil perhitungan kebutuhan klor dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Perhitungan Unit Desinfeksi

No.	Komponen	Desain
1.	Debit Pengolahan	351 L/dtk
2.	Dosis klor yang dibutuhkan	2,3 mg / L
3.	Kebutuhan klor 1 hari	93,4375 kg/hari
4.	Kebutuhan tabung Klor	6 buah
5.	Diameter pipa	403 mm

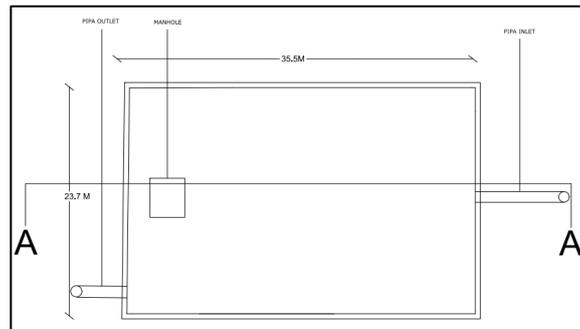
Sumber: Hasil Analisis, 2020

Tabel 10. Hasil Perhitungan Unit Reservoir

No.	Komponen	Desain
1.	Debit Pengolahan	351 L/dtk
2.	Jumlah unit	2 buah
3.	Luas Bak	23,7 m ²
4.	Lebar Bak	4,03 m
5.	Panjang Bak	7,2 m.

Sumber: Hasil Analisis, 2020

Hasil perhitungan kemudian digunakan untuk membuat gambar unit Reservoir yang dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Desain Unit Reservoir
Sumber: Hasil Analisis, 2020

KESIMPULAN

Kebutuhan air Kabupaten Nganjuk yang cukup besar dapat dipenuhi dengan adanya unit Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) yang memadai. Kapasitas pengolahan yang besar membuat perencanaan unit di bagi menjadi 2 dengan masing-masing kapasitas pengolahan 351 l/detik. Sumber yang diunakan sebagai air baku ialah sungai Brantas dengan yang memiliki debit 820.000 liter/detik. Penggunaan sumber air dengan kapasitas yang besar diharapkan dapat memenuhi kebutuhan air masyarakat Kabupaten Nganjuk hingga 20 tahun mendatang sesuai dengan periode perencanaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Kuntjoro., Saptarita K. 2011. Kali Brantas Hilir Dalam Tinjauan Data Debit Dekade Terakhir. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah*. Institut Sepuluh November. D15-D21
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia. 2017. Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua*, Dan Pemandian Umum
- American Water Works Association. 2005. *Water Treatment Plant Design*. USA: McGraw-Hill
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia. 2010. Persyaratan Kualitas Air Minum.