

DESAIN BANGUNAN PENGOLAHAN AIR BERSIH PDAM UNIT WANGGU KOTA KENDARI

Uniadi Mangidi

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Haluoleo
Kampus Hijau Bumi Tridharma Anduonohu
Kendari 93721
uniadi05@yahoo.com

Hajarullah Sjahir

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Haluoleo
Kampus Hijau Bumi Tridharma Anduonohu
Kendari 93721
jharu_civil@yahoo.co.id

Jani Deriansyah

Alumni Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Haluoleo
Kampus Hijau Bumi Tridharma Anduonohu
Kendari 93721

Abstrak

Kebutuhan manusia akan air bersih telah melahirkan berbagai metode pengolahan air. Pengolahan air yang dilakukan bertujuan untuk menjadikan air layak dikonsumsi sehingga aman bagi kesehatan manusia. Air yang dihasilkan harus memenuhi syarat kualitas sebagaimana standar yang diberlakukan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/ MENKES/ Per/ IV/ 2010. Pengelolaan pelayanan air bersih untuk kebutuhan masyarakat di Kecamatan Baruga dilaksanakan oleh PDAM unit Wanggu yang merupakan Perusahaan milik Pemerintah kota Kendari.

Studi ini bertujuan untuk mendesain Bangunan Pengolahan Air Bersih PDAM unit Wanggu Kota Kendari, Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 6774-2008 tentang "Perencanaan unit Instalasi Pengolahan Air".

Berdasarkan hasil pengujian kualitas air baku PDAM unit Wanggu, ada beberapa parameter yang tidak memenuhi standar baku mutu air minum (Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/ MENKES/ Per/ IV/ 2010), yaitu kekeruhan, suhu, Total Koliform dan E. coli. Proses bangunan pengolahan yang diperlukan adalah: Intake - Koagulasi - Flokulasi - Sedimentasi - Filtrasi - Reservoir. Dengan dimensi bangunan Intake (P = 5.75 ; L = 4 ; T = 1.5) dengan Volume = 23 m³, Dimensi bangunan Koagulasi (P = 3.5 ; L = 2 ; T = 1.25) dengan Volume = 7 m³, Dimensi bangunan Flokulasi (P = 5 ; L = 4 ; T = 2.25) dengan Volume = 40 m³. Dimensi bangunan Sedimentasi (P = 13.5 ; L = 4 ; T = 3.25) dengan Volume = 161 m³, Dimensi bangunan Filtrasi (P = 4 ; L = 3.5 ; T = 1.95) dengan Volume = 23.8 m³, Dimensi bangunan Reservoir (P = 12 ; L = 4 ; T = 3.3) dengan Volume = 144 m³.

Kata Kunci : Pengolahan, Kualitas, Bangunan, Dimensi.

PENDAHULUAN

Pengelolaan pelayanan air bersih untuk kebutuhan masyarakat di Kecamatan Baruga dilaksanakan oleh PDAM unit Wanggu yang merupakan Perusahaan Milik Pemerintah kota Kendari. Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) unit Wanggu senantiasa berupaya untuk tetap memberikan pelayanan terbaik kepada pelanggannya. Sebagai perusahaan air minum yang melayani penduduk di Kecamatan Baruga dan sekitarnya, PDAM unit Wanggu harus mampu memenuhi kebutuhan air bersih di Kecamatan Baruga. Namun, dengan sumber air baku yang berwarna keruh maka perlu dilakukan pengolahan air bersih perusahaan dengan sistem manajemen yang baik dan profesional agar dapat memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat yang ada di Kecamatan Baruga.

Salah satu PDAM Unit yang mengolah dan menyediakan air bersih bagi masyarakat Kecamatan Baruga adalah PDAM Unit Wanggu. Air baku yang digunakan PDAM Unit Wanggu saat ini yaitu air permukaan sungai Wanggu. Mengingat air baku ini keruh terutama bila musim hujan, maka PDAM unit Wanggu harus melakukan pengolahan air baku tersebut melalui tahapan-tahapan yang sesuai dengan semestinya untuk memenuhi kebutuhan air bersih di Kecamatan Baruga.

Tujuan penelitian ini adalah Untuk Mendesain Bangunan Pengolahan Air Bersih Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) unit Wanggu Kota Kendari yang nantinya dapat digunakan dalam memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat di Kecamatan Baruga.

TINJAUAN PUSTAKA

A. Definisi Air Bersih

Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari dan akan menjadi air minum setelah dimasak terlebih dahulu. Sebagai batasannya, air bersih adalah air yang memenuhi persyaratan bagi sistem penyediaan air minum. Adapun persyaratan yang dimaksud adalah persyaratan dari segi kualitas air yang meliputi kualitas fisik, kimia, dan mikrobiologi, sehingga apabila dikonsumsi tidak menimbulkan efek samping (Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/ MENKES/ Per/ IV/ 2010).

B. Syarat Air Bersih

Di Indonesia standar air bersih yang berlaku pertama kali dibuat pada tahun 1975, kemudian terakhir kali direvisi melalui Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/ MENKES/ Per/ IV/ 2010.

Menurut peraturan menteri kesehatan nomor 492/ MENKES/ Per/ IV/ 2010 persyaratan kualitas Air minum, parameter yang digunakan dalam pengukuran kualitas air meliputi:

Tabel 1. Parameter Pengukuran Kualitas Air Minum

No	Jenis parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a) Parameter mikrobiologi		
	1. E. Coli	Jumlah per 100 ml sampel	0
	2. Total bakteri koliform	Jumlah per 100 ml sampel	0 (Negative)
	b) Kimia an-organik		
	1. Arsen	mg/l	0,01
	2. Lorida	mg/l	1,5
	3. Total kromium	mg/l	0,05
	4. Cadmium	mg/l	0,003
	5. Nitrit,(sebagai NO ₂)	mg/l	3
	6. Nitrat, (sebagai NO ₃)	mg/l	50
	7. Sianida	mg/l	0,07
	8. Selenium	mg/l	0,01
2	Parameter yang tidak berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a) Parameter fisik		
	1. Bau		Tidak berbau
	2. Warna	TCU	15
	3. Jumlah zat padat terlarut (TDS)	mg/l	500
	4. Kekeruhan	NTU	5
	5. Rasa		Tidak berasa
	6. Suhu		Suhu udara ± 3
	b) Parameter Kimiawi		
	1. Aluminium	mg/l	0,2
	2. Besi	mg/l	0,3
	3. Kesadahan	mg/l	500
	4. Kholida	mg/l	250
	5. Mangan	mg/l	0,4
	6. pH	mg/l	6,5-8,5

Sumber: Surat Keputusan Menkes NOMOR492/MENKES/PER/IV/2010

C. Sistem Pengolahan Air Bersih

Proses pengolahan air bersih merupakan suatu upaya untuk mendapatkan air yang bersih dan sehat sesuai dengan standar mutu air untuk kesehatan. Proses penjernihan air bersih merupakan proses perubahan sifat, fisik, kimia, dan biologi air baku agar memenuhi syarat untuk digunakan sebagai konsumsi.

Proses pengolahan air pada dasarnya dapat digolongkan menjadi tiga bagian pengolahan (Reynolds, 1982), yaitu:

- Pengolahan fisik, yaitu suatu tingkat pengolahan yang bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan kotoran-kotoran yang kasar, penyisihan lumpur dan pasir, serta mengurangi kadar zat-zat organik yang ada dalam air yang akan diubah
- Pengolahan kimia, yaitu tingkat pengolahan dengan menggunakan zat-zat kimia untuk membantu proses pengolahan selanjutnya
- Pengolahan bakteriologis, yaitu suatu tingkat pengolahan untuk membunuh atau memusnahkan bakteri-bakteri yang terkandung di dalam air.

Tujuan dan kegiatan pengolahan air bersih adalah sebagai berikut:

- a) Menurunkan kekeruhan,
- b) Mengurangi bau, rasa, dan warna,
- c) Menurunkan dan mematikan mikroorganisme,
- d) Mengurangi kadar bahan-bahan yang terlarut dalam air,
- e) Menurunkan kesadahan, dan
- f) Memperbaiki derajat keasaman (pH)

Unit-unit pengolahan air yang biasa digunakan dalam proses pengolahan air bersih adalah sebagai berikut:

1. Bangunan Intake

Bangunan *intake* ini berfungsi sebagai bangunan pertama untuk masuknya air dari sumber air. Pada umumnya, sumber air untuk pengolahan air bersih, diambil dari sungai. Pada bangunan intake ini biasanya terdapat *bar screen* yang berfungsi untuk menyaring benda-benda yang ikut tergenang dalam air. Selanjutnya, air akan masuk ke dalam sebuah bak yang nantinya akan dipompa ke bangunan selanjutnya, yaitu WTP – *Water Treatment Plant*.

2. *Water Treatment Plant*

Water Treatment Plant atau lebih populer dengan akronim WTP adalah bangunan utama pengolahan air bersih. Biasanya bangunan ini terdiri dari 4 bagian, yaitu : bak koagulasi, bak flokulasi, bak sedimentasi, dan bak filtrasi. Nah, sekarang kita bahas satu per satu bagian-bagian ini.

a. Koagulasi

Dari bangunan *intake*, air akan dipompa ke bak koagulasi ini. Pada proses koagulasi ini dilakukan proses destabilisasi partikel koloid, karena pada dasarnya air sungai atau air-air kotor biasanya berbentuk koloid dengan berbagai partikel koloid yang terkandung di dalamnya. Destabilisasi partikel koloid ini bisa dengan penambahan bahan kimia berupa tawas, ataupun dilakukan secara fisik dengan *rapid mixing* (pengadukan cepat), hidrolis (terjunan atau *hydrolic jump*), maupun secara mekanis (menggunakan batang pengaduk). Biasanya pada WTP dilakukan dengan cara hidrolis berupa *hydrolic jump*. Lamanya proses adalah 30 – 90 detik.

b. Flokulasi

Setelah dari unit koagulasi, selanjutnya air akan masuk ke dalam unit flokulasi. Unit ini ditujukan untuk membentuk dan memperbesar flok. Teknisnya adalah dengan dilakukan pengadukan lambat (*slow mixing*)

c. Sedimentasi

Setelah melewati proses destabilisasi partikel koloid melalui unit koagulasi dan unit flokulasi, selanjutnya perjalanan air akan masuk ke dalam unit sedimentasi. Unit ini berfungsi untuk mengendapkan partikel-partikel koloid yang sudah didestabilisasi oleh unit sebelumnya. Unit ini menggunakan prinsip berat jenis. Berat jenis partikel koloid (biasanya berupa lumpur) akan lebih besar daripada berat jenis air. Dalam bak sedimentasi, akan terpisah antara air dan lumpur.

d. Filtrasi

Setelah proses sedimentasi, proses selanjutnya adalah filtrasi. Unit filtrasi ini, sesuai dengan namanya, adalah untuk menyaring dengan media berbutir. Media berbutir ini biasanya terdiri dari antrasit, pasir silica, dan kerikil silica dengan ketebalan berbeda. Dilakukan secara grafitasi.

Selesailah sudah proses pengolahan air bersih. Biasanya untuk proses tambahan, dilakukan disinfeksi berupa penambahan chlor, ozonisasi, UV, pemabasan, dan lain-lain sebelum masuk ke bangunan selanjutnya, yaitu reservoir.

3. Reservoir

Setelah dari WTP dan berupa *clear water*, sebelum didistribusikan, air masuk ke dalam reservoir. Reservoir ini berfungsi sebagai tempat penampungan sementara air bersih sebelum didistribusikan melalui pipa-pipa secara grafitasi. Karena kebanyakan distribusi di kita menggunakan grafitasi, maka reservoir ini biasanya diletakkan di tempat dengan elevasi lebih tinggi daripada tempat-tempat yang menjadi sasaran distribusi. Biasanya terletak diatas bukit, atau gunung.

Gabungan dari unit-unit pengolahan air ini disebut IPA – Instalasi Pengolahan Air. Untuk menghemat biaya pembangunan, biasanya Intake, WTP, dan Reservoir dibangun dalam satu kawasan dengan ketinggian yang cukup tinggi, sehingga tidak diperlukan pumping station dengan kapasitas pompa dorong yang besar untuk menyalurkan air dari WTP ke reservoir. Barulah, setelah dari reservoir, air bersih siap untuk didistribusikan melalui pipa-pipa dengan berbagai ukuran ke tiap daerah distribusi.

D. Prinsip Dasar pengolahan Air Bersih

Prinsip dasar pengolahan air bersih meliputi beberapa aspek berikut ini:

- a) Bersifat tepat guna dan sesuai dengan kondisi, lingkungan fisik, dan masyarakat setempat.
- b) Pengoperasiannya mudah dan sederhana.
- c) Bahan-bahan yang digunakan berharga murah dan sederhana.
- d) Bahan-bahan yang digunakan tersedia di lokasi dan mudah di peroleh.
- e) Efektif, memiliki daya pembersih yang besar untuk memurnikan air.

E. Tata Cara Perencanaan unit Paket Instalasi Pengolahan Air

Standar Nasional Indonesia (SNI) 6774 – 2008 tentang 'Perencanaan unit paket instalasi pengolahan air' adalah revisi dari SNI 19 - 6774 – 2002, *Tata cara perencanaan unit paket instalasi penjernihan air*, yang disesuaikan dengan keadaan di Indonesia.

Sistem Unit instalasi pengolahan air ini telah banyak digunakan oleh Pemerintah maupun badan-badan usaha dalam proyek-proyek penyediaan air minum. Sehingga dengan adanya standar ini akan memberikan kemudahan bagi perencana dan jaminan mutu bagi para produsen, pengguna dan pengelola Unit Paket Instalasi Pengolahan Air.

Tabel 2. Kriteria perencanaan unit koagulasi (pengaduk cepat)

Unit	Kriteria
Pengaduk cepat <ul style="list-style-type: none"> • Tipe 	Hidrolis: <ul style="list-style-type: none"> - terjunan`1 - saluran bersekat - dalam pinstalasi pengolahan air bersekat Mekanis: <ul style="list-style-type: none"> - Bilah (Blade), pedal (paddle) Kinstalasi pengolahan air - Flotasi
<ul style="list-style-type: none"> • Waktu Tinggal (menit) • Waktu pengadukan (detik) • Nilai G/detik 	5 30 – 120 > 750

Tabel 3. Kriteria perencanaan unit flokulasi (pengaduk lambat)

Kriteria umum	Flokulator hidrolis	Flokulator mekanis		Flokulator clarifier
		Sumbu horizontal dengan pedal	Sumbu vertikal dengan bilah	
G (gradien kecepatan) 1/detik	60 (menurun) – 5	60 (menurun) – 10	70 (menurun) – 10	100 – 10
Waktu tinggal (menit)	30 – 45	30 – 40	20 – 40	20 – 100
Tahap flokulasi(buah)	6 – 10	3 – 6	2 – 4	1
Pengendalian energi	Bukaan pintu/ sekat	Kecepatan putaran	Kecepatan putaran	Kecepatan aliran air
Kecepatan aliran max.(m/det)	0,9	0,9	1,8 – 2,7	1,5 – 0,5
Luas bilah/pedal dibandingkan luas bak (%)	--	5 – 20	0,1 – 0,2	-
Kecepatan perputaran sumbu (rpm)	--	1 – 5	8 – 25	-
Tinggi (m)	2 – 4 *	2 – 4	2 – 4	2 – 4 *

Keterangan: * termasuk ruang *sludge blanket*

Tabel 4. Kriteria unit sedimentasi (bak pengendap)

Kriteria umum	Bak persegi (aliran horizontal)	Bak persegi aliran vertikal (menggunakan pelat/tabung pengendap)	Bak bundar – (aliran vertikal – radial)	Bak bundar – (kontak padatan)	Clarifier
Beban permukaan ($m^3/m^2/jam$)	0,8 – 2,5	3,8 – 7,5*)	1,3 – 1,9	2 – 3	0,5 – 1,5
Kedalaman (m)	3 – 6	3 – 6	3 – 5	3 – 6	0,5 – 1,0
Waktu tinggal (jam)	1,5 – 3	0,07**)	1 – 3	1 – 2	2 – 2,5
Lebar / panjang	> 1/5	-	-	-	-
Beban pelimpah ($m^3/m/jam$)	< 11	< 11	3,8 – 15	7 – 15	7,2 – 10
Bilangan Reynold	< 2000	< 2000	-	-	< 2000
Kecepatan pada pelat/tabung pengendap (m/menit)	-	max 0,15	-	-	-
Bilangan Fraude	> 10^{-5}	> 10^{-5}	-	-	> 10^{-5}
Kecepatan vertikal (cm/menit)	-	-	-	< 1	< 1
Sirkulasi Lumpur	-	-	-	3 – 5% dari input	-
Kemiringan dasar bak (tanpa scraper)	$45^{\circ} - 60^{\circ}$	$45^{\circ} - 60^{\circ}$	$45^{\circ} - 60^{\circ}$	> 60°	$45^{\circ} - 60^{\circ}$
Periode antar pengurasan lumpur (jam)	12 – 24	8 – 24	12 – 24	Kontinyu	12 – 24 ***
Kemiringan tube/plate	$30^{\circ} / 60^{\circ}$	$30^{\circ} / 60^{\circ}$	$30^{\circ} / 60^{\circ}$	$30^{\circ} / 60^{\circ}$	$30^{\circ} / 60^{\circ}$

CATATAN: *) luas bak yang tertutupi oleh pelat/tabung pengendap

***) waktu retensi pada pelat/tabung pengendap

****) pembuangan lumpur sebagian

Tabel 5. Kriteria perencanaan unit filtrasi (saringan cepat)

No	Unit	Jenis Saringan		
		Saringan Biasa (Gravitasi)	Saringan dg 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: <ul style="list-style-type: none"> • Sistem pencucian • Kecepatan (m/jam) • lama pencucian (menit) • periode antara dua pencucian (jam) • ekspansi (%) 	Tanpa/dengan blower & atau <i>surface wash</i> <ul style="list-style-type: none"> 36 – 50 10 – 15 18 – 24 30 – 50 	Tanpa/dengan blower & atau <i>surface wash</i> <ul style="list-style-type: none"> 36 – 50 10 – 15 18 – 24 30 – 50 	Tanpa/dengan blower & atau <i>surface wash</i> <ul style="list-style-type: none"> 72 – 198 - - 30 – 50
4.	Media pasir: <ul style="list-style-type: none"> • tebal (mm) • singel media • media ganda • Ukuran efektif,ES (mm) • Koefisien keseragaman ,UC • Berat jenis (kg/dm³) • Porositas • Kadar SiO₂ 	<ul style="list-style-type: none"> 300 – 700 600 – 700 300 -600 0,3 – 0,7 1,2 – 1,4 2,5 – 2,65 0,4 > 95 % 	<ul style="list-style-type: none"> 300 – 700 600 – 700 300 – 600 0,3 – 0,7 1,2 – 1,4 2,5 – 2,65 0,4 > 95 % 	<ul style="list-style-type: none"> 300 – 700 600 – 700 300 -600 - 1,2 – 1,4 2,5 – 2,65 0,4 > 95 %
5.	Media antransit: <ul style="list-style-type: none"> • tebal (mm) • ES (mm) • UC • berat jenis (kg/dm³) • porositas 	<ul style="list-style-type: none"> 400 – 500 1,2 – 1,8 1,5 1,35 0,5 	<ul style="list-style-type: none"> 400 – 500 1,2 – 1,8 1,5 1,35 0,5 	<ul style="list-style-type: none"> 400 – 500 1,2 – 1,8 1,5 1,35 0,5
6.	Filter botom/dasar saringan 1)Lapisan penyangga dari atas ke bawah <ul style="list-style-type: none"> • Kedalaman (mm) Ukuran butir (mm) • Kedalaman (mm) Ukuran butir (mm) • Kedalaman (mm) Ukuran butir (mm) • Kedalaman (mm) Ukuran butir (mm) 	<ul style="list-style-type: none"> 80 – 100 2 – 5 80 – 100 5 – 10 80 – 100 10 – 15 80 – 150 15 – 30 	<ul style="list-style-type: none"> 80 – 100 2 – 5 80 – 100 5 – 10 80 – 100 10 – 15 80 – 150 15 – 30 	<ul style="list-style-type: none"> - - - - - - - -
	2)Filter Nozel <ul style="list-style-type: none"> • Lebar Slot nozel (mm) • Prosentase luas slot nozel terhadap luas filter (%) 	<ul style="list-style-type: none"> < 0,5 > 4 % 	<ul style="list-style-type: none"> < 0,5 > 4 % 	<ul style="list-style-type: none"> < 0,5 > 4 %

CATATAN: *) untuk saringan dengan jenis kecepatan menurun

**) untuk saringan dengan jenis kecepatan konstan, harus dilengkapi dengan pengatur aliran otomatis.

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Kondisi Eksisting

Air baku yang digunakan oleh PDAM unit Wanggu Kota Kendari saat ini yaitu air permukaan Sungai Wanggu dengan kapasitas intake 25 l/dt, kapasitas pengolahan 22.3 l/dt dan operasi 20 l/dt. Jarak bangunan intake dari kantor PDAM unit Wanggu ± 8 km. dan daerah pengalirannya terbagi dalam empat wilayah yaitu:

Tabel 6. Wilayah Pengaliran PDAM unit Wanggu

No	Wilayah Pelayanan	Kelurahan
1	Wilayah 501	Bonggoeya
2	Wilayah 502	Watubangga
3	Wilayah 503	Baruga dan Lepo-lepo
4	Wilayah 504	Wundudopi

Sumber : Data Sekunder (PDAM unit wanggu kota kendari 2013).

Air baku yang berasal dari sumber air dipompa ke dalam intake untuk ditampung terlebih dahulu, sebelum masuk ke dalam bak pengendap. Pada bangunan intake ini terdapat *bar screen* yang berfungsi untuk menyaring benda-benda yang ikut tergenang dalam air.

Setelah air melalui proses penyaringan kemudian dialirkan ke bak pengendap yang berfungsi untuk mengurangi endapan kotoran-kotoran (material), yang terdapat didalam air sungai maupun pada sumber-sumber yang akan digunakan, hal ini biasanya terjadi pada waktu hujan, karena pada saat ini banyak kotoran-kotoran yang terbawa oleh air hujan misalnya, tanah, pasir, dan lain sebagainya, masuk ke dalam sungai dan sumber-sumber diatas yang menyebabkan air menjadi keruh dan kotor.

Sebelum didistribusikan, air dari bak pengendap masuk ke dalam reservoir. Reservoir ini berfungsi sebagai tempat penampungan sementara air bersih sebelum didistribusikan melalui pipa-pipa secara grafitasi.

Evaluasi

Analisa Perhitungan Debit Sumber Air Baku Secara Langsung

Untuk menghitung debit sumber secara langsung di lapangan dapat menggunakan rumus:

$$Q = V \times A$$

Dimana:

Q = Debit aliran (m³/dt)

A = Luas Permukaan (m²)

V = Kecepatan aliran (m/dt)

Alat dan bahan yang digunakan untuk mengukur debit sumber secara langsung yaitu:

1. Alat yang digunakan
 - a. Tali rafia
 - b. Penggaris
 - c. Stop watch (Handpone)
 - d. Meter
2. Bahan yang di gunakan
 - a. Air
 - b. Kayu kering.

Dari hasil Pengukuran Debit Air sesaat di Sungai Wanggu Hari Selasa, 05 Maret 2013. Maka didapatkan hasil sebagai berikut:

$$\begin{array}{lll}
 h_1 & = 93 \text{ cm atau } 0,93 \text{ m,} & h_2 = 1,37 \text{ m} & h_3 = 96 \text{ cm atau } 0,96 \text{ cm} \\
 t_1 & = 8,49 \text{ dtk} & t_2 = 6,63 \text{ dtk} & t_3 = 15,58 \text{ dtk} \\
 L & = 9 \text{ m} & & \\
 B & = 10,3 \text{ meter} & & \\
 m & = 1 & &
 \end{array}$$

Dimana:

$$\begin{array}{ll}
 h & = \text{kedalaman air (meter)} \\
 B & = \text{lebar kali (meter)} \\
 L & = \text{panjang pengamatan (meter)} \\
 t & = \text{waktu tempuh pelampung (detik)} \\
 \emptyset & = \text{koefisien geser (0,8-0,95)} \\
 t_{\text{rerata}} & = t_1 + t_2 + t_3 / 3 \\
 & = 8,49 + 6,63 + 15,58 / 3 \\
 & = 30,7 / 3 \\
 & = 10,23 \text{ dtk} \\
 V_p & = L / t_{\text{rerata}} \\
 & = 9 / 10,23 \\
 & = 0,88 \text{ m/dtk} \\
 V_a & = 0,88 \times \emptyset \\
 & = 0,88 \times 0,85 \\
 & = 0,75 \\
 h_{\text{rata}} & = h_1 + h_2 + h_3 / 3 \\
 & = 0,93 + 1,37 + 0,96 / 3 \\
 & = 1,09 \text{ m}
 \end{array}$$

karena bentuk sketsa sungai diasumsikan bentuk trapesium maka, untuk mencari luasannya digunakan rumus luasan trapesium.

$$\begin{array}{l}
 A = (B + m \cdot h) \cdot h \\
 = (10,3 + 1 \times 1,09) \cdot 1,09 \\
 = 12,42 \text{ m}^2
 \end{array}$$

Jadi Debit sumber air baku PDAM unit Wanggu yaitu

$$\begin{array}{l}
 Q = V \times A \\
 = 0,75 \times 12,42 \\
 = 9,32 \text{ m}^3/\text{dtk} \text{ atau } 9315 \text{ lt/dtk}
 \end{array}$$

Standar Baku Mutu Air baku

Baku mutu air, yaitu batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain yang ada atau harus ada dan atau unsur pencemar yang dapat ditenggang dalam sumber air tertentu, sesuai dengan peruntukannya (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 492 Tahun 2010).

Dengan berlakunya baku mutu air untuk badan air, air limbah dan air bersih, maka dapat dilakukan penilaian kualitas air untuk berbagai kebutuhan. Di Indonesia ketentuan mengenai standar kualitas air bersih mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 492 tahun 2010 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Bersih.

Berdasarkan SK Menteri Kesehatan 2010 Kriteria penentuan standar baku mutu air dibagi dalam tiga bagian yaitu:

- a. Persyaratan kualitas air untuk air minum.

- b. Persyaratan kualitas air untuk air bersih.
- c. Persyaratan kualitas air untuk limbah cair bagi kegiatan yang telah beroperasi.

Mengingat betapa pentingnya air bersih untuk kebutuhan manusia, maka kualitas air tersebut harus memenuhi persyaratan, yaitu:

- 1) Syarat fisik, antara lain:
 - a. Air harus bersih dan tidak keruh.
 - b. Tidak berwarna.
 - c. Tidak berasa.
 - d. Tidak berbau.
 - e. Suhu antara 10^0 - 25^0 C (sejuk).
- 2) Syarat kimiawi, antara lain:
 - a. Tidak mengandung bahan kimiawi yang mengandung racun.
 - b. Tidak mengandung zat-zat kimiawi yang berlebihan.
 - c. Cukup yodium.
 - d. pH air antara 6,5 – 9,2.
- 3) Syarat bakteriologi, antara lain:

Tidak mengandung kuman-kuman penyakit seperti disentri, tipus, kolera, dan bakteri patogen penyebab penyakit.

Sehingga parameter mengenai kualitas air baku, Depkes RI telah menerbitkan standar kualitas air bersih tahun 1977 (Ryadi Slamet, 1984:122). Dalam peraturan tersebut standar air bersih dapat dibedakan menjadi 3 kategori: (Menkes No. 492/per/IV/2010).

- a. Kelas A.

Air yang dipergunakan sebagai air baku untuk keperluan air minum.
- b. Kelas B.

Air yang dipergunakan untuk mandi umum, pertanian dan air minum yang terlebih dahulu dimasak.
- c. Kelas C.

Air yang dipergunakan untuk perikanan darat.

Analisa Kualitas Air baku

Berdasarkan dari hasil penelitian, air baku dianalisa untuk mengetahui karakteristiknya. Parameter yang dianalisa adalah PH, DO (oksigen terlarut), Kekeruhan, Suhu, Garam, Total Koliform, dan E. Coli.

Pada parameter PH, DO (oksigen terlarut), Kekeruhan, Suhu, dan Garam dilakukan pada dua sampel air baku, yaitu sampel I pada musim kering (debit air baku rendah) dan sampel II pada musim hujan (debit air baku tinggi). Sedangkan untuk parameter mikrobiologinya, Total Koliform, dan E. Coli hanya dilakukan pada satu sampel air baku saja. Karena dilihat dari hasil analisa kualitasnya sudah cukup mewakili untuk sampel berikutnya. Dimana untuk sampel air I dan sampel air II berasal dari air baku yang diambil langsung dari intake.

Tabel 7. Hasil analisa Kualitas air baku PDAM unit Wanggu

Parameter	Satuan	Kualitas Air Baku		Standar Baku Mutu Air Minum
		Sebelum musim hujan	musim Hujan	
PH	-	6,76	6,57	6,5 - 8,5
DO (oksigen Terlarut)	mg / L	6,92	7,0	
Kekeruhan	NTU	5,3	5,4	maks 5
Suhu	°C	30,3	30,3	± 3
Garam	-	0	0	maks 0
Total Koliform	MPN / 100 mL	240		maks 0
E. Coli	MPN / 100 mL	positif		Negatif

Dari hasil analisa diatas, menunjukkan bahwa ada beberapa parameter yang tidak memenuhi standar kualitas air minum (PERMENKES No. 492/ MENKES/ Per/ IV/ 2010), yaitu :

1. Kekeruhan
2. Suhu
3. Total Koliform
4. E. Coli.

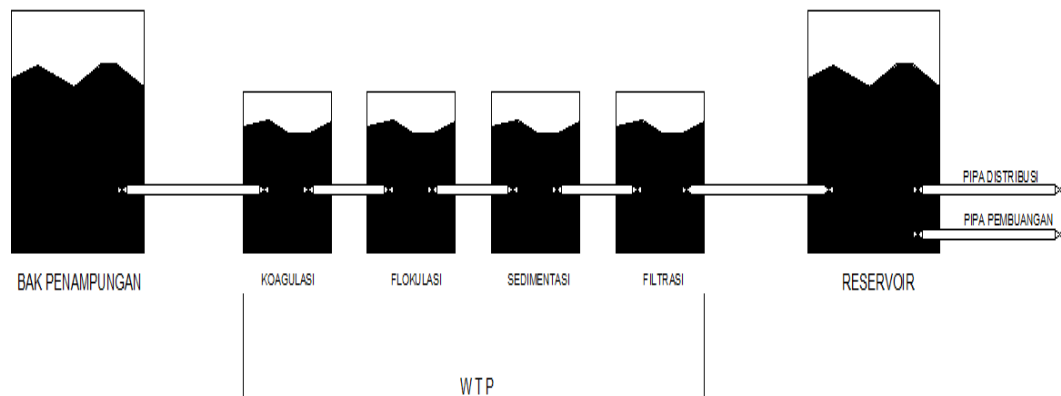
Maka dari itu perlu dilakukan pengolahan air baku agar layak dikonsumsi dan memenuhi syarat sebagai air bersih yang akan digunakan untuk keperluan sehari-hari dan dapat langsung di minum setelah dimasak terlebih dahulu.

Jenis Pengolahan yang Diperlukan

Berdasarkan hasil analisa diatas, maka ditentukan jenis pengolahan yang diperlukan untuk mengolah air baku tersebut, yaitu:

1. Kekeruhan dapat dikurangi dengan koagulasi dan flokulasi, yang dilanjutkan dengan proses sedimentasi dan filtrasi.
2. Koliform dan E. Coli dapat dihilangkan dengan menambahkan zat desinfektan seperti Kaporit (*Hypho Chlorite*). Dengan cara diinjeksikan kedalam jaringan pipa distribusi.

Diagram Alir Sistem Pengolahan Air Bersih



Dimensi Bangunan Pengolahan air Bersih

Bangunan Intake

- Debit air baku = 9870 l/dt
- Debit yang dibutuhkan = 20 l/dt
- Debit harian maks (Qmd) = 1.25×20 l/dt = 25 l/dt
- Waktu Detensi / lama air berada dalam bak (td) = 15 menit = 900 detik
- Fb = (Free Board) / tinggi jagaan direncanakan = 0.5 m

Perhitungan :

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{Debit kebutuhan} \times \text{Waktu detensi} \\ &= 25 \text{ liter/dt} \times 900 \text{ detik} \\ &= 22500 \text{ liter} \longrightarrow 22.500 \text{ m}^3 \approx 23 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\text{Luas} = 23 \text{ m}^3 / 1 \text{ m} = 23 \text{ m}^2 \text{ (direncanakan bangunan segi empat)}$$

$$\text{Luas} = P \times L$$

$$23 \text{ m}^2 = \text{Diambil (P ; 5.75 m) dan (L = 4 m)}$$

$$\text{Tingg MA di bak} = \frac{V}{P \times L} = p \times l \times t$$

$$23 \text{ m}^3 = 5.75 \text{ m} \times 4 \text{ m} \times t$$

$$t = 23 / 23 = 1 \text{ m}$$

Jadi dimensi bangunan Intake adalah :

$$P = 5.75 \text{ m} ; L = 4 \text{ m} ; T = 1.5 \text{ m (tinggi jagaan 0.5 m)}$$

Koagulasi

- Kapasitas pengolahan = 22.3 l/dt
- Waktu Detensi (td) = 5 menit = 300 detik (KP SNI-6774-2008).
- Fb = (Free Board) / tinggi jagaan = 0.25 m

Perhitungan :

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{Kapasitas pengolahan} \times \text{Waktu detensi} \\ &= 22.3 \text{ liter/dt} \times 300 \text{ detik} \\ &= 6690 \text{ liter} \longrightarrow 6.69 \text{ m}^3 \approx 7 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\text{Luas} = 7 \text{ m}^3 / 1 \text{ m} = 7 \text{ m}^2 \text{ (direncanakan bangunan segi empat).}$$

$$\text{Luas} = P \times L$$

$$7 \text{ m}^2 = \text{Diambil (P ; 3.5 m) dan (L = 2 m)}$$

$$\text{Tinggi MA di bak} = \frac{V}{P \times L} = p \times l \times t$$

$$7 \text{ m}^3 = 3.5 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times t$$

$$t = \frac{7}{7} = 1 \text{ m}$$

Jadi dimensi bangunan koagulasi adalah :

$$P = 3.5 \text{ m} ; L = 2 \text{ m} ; T = 1.25 \text{ m (tinggi jagaan 0.25 m)}$$

Flokulasi

- Kapasitas pengolahan = 22.3 l/dt
- Waktu Detensi (td) = 30 menit (KP SNI-6774-2008) = 1800 detik
- Tinggi muka air di bak = 2 m (KP SNI-6774-2008)
- Fb = (Free Board) / tinggi jagaan = 0.25 m

Perhitungan :

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{Kapasitas pengolahan} \times \text{Waktu detensi} \\ &= 22.3 \text{ liter/dt} \times 1800 \text{ detik} \\ &= 40140 \text{ liter} \longrightarrow 40.14 \text{ m}^3 \approx 40 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dimensi bak} &= V = p \times l \times t \\ 40 \text{ m}^3 &= p \times l \times 2 \text{ m} \\ p \times l &= 20 \text{ m}^2 \\ \text{Diambil ; } p &= 5 \text{ m} \\ l &= 4 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi dimensi bangunan flokulasi adalah :
 $P = 5 \text{ m} ; L = 4 \text{ m} ; T = 2.25 \text{ m}$ (tinggi jagaan 0.25 m)

Sedimentasi

- Kapasitas pengolahan = 22.3 l/dt
- Waktu Detensi (td) = 2 jam = 120 menit = 7200 detik
- kedalaman = 3 m (KP SNI-6774-2008)
- $Fb = (\text{Free Board}) / \text{tinggi jagaan} = 0.25 \text{ m}$

Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{Kapasitas pengolahan} \times \text{Waktu detensi} \\ &= 22.3 \text{ liter/dt} \times 7200 \text{ detik} \\ &= 160560 \text{ liter} \longrightarrow 160.56 \text{ m}^3 \approx 161 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dimensi bak} &= V = p \times l \times t \\ 161 \text{ m}^3 &= p \times l \times 3 \text{ m} \\ p \times l &= 54 \text{ m}^2 \\ p &= 13.5 \text{ m} \\ l &= 4 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi dimensi bangunan sedimentasi adalah :
 $P = 13.5 \text{ m} ; L = 4 \text{ m} ; T = 3.25 \text{ m}$ (tinggi jagaan 0.25 m)

Filtrasi

- Kapasitas Pengolahan = 22.3 l/dt = 0.0223 m³/ detik
- Kecepatan penyaringan (v) = 6 m/jam = 0.0016 m/detik
- Tebal media antrasit = 400 mm = 40 cm
- Tebal media pasir = 300 mm = 30 cm (KP SNI-6774-2008).
- Ketinggian Air di atas pasir = 100 cm
 (kriteria Reynolds, 1982) 170 cm = 1.7 m
- $Fb = (\text{Free Board}) / \text{tinggi jagaan} = 0.25$

Jumlah Bak :

$$\begin{aligned} N &= 1.2 (Q)^{0.5} \\ &= 1.2 (0.0223)^{0.5} \\ &= 0.179198 = 1 \text{ unit} \end{aligned}$$

Luas Permukaan :

$$\begin{aligned} A &= \frac{Q}{v} \\ A &= \frac{0.0223}{0.0016} \\ &= 13.93 \text{ m}^2 = 14 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Volume :

$$\begin{aligned} V &= A \times t \\ &= 14 \text{ m}^2 \times 1.7 \text{ m} \\ &= 23.8 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dimensi Bak :
 $V = p \times l \times t$
 $23.8 = p \times l \times 1.7$
 $p \times l = 14$
 Diambil ($P = 4$; $L = 3.5$) dan $T = 1.95$ (tinggi jagaan 0.25 m).

Reservoir

- Debit air baku = 9870 l/dt
- Debit yang dibutuhkan = 20 l/dt
- Volume reservoir = 144 m³ (Data sekunder PDAM unit wangu).
- Direncanakan kedalaman air = 3 m
- $Fb = (Free Board) /$ tinggi jagaan = 0.3 m

Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Dimensi bak} = \quad V &= p \times l \times t \\ 144 \text{ m}^3 &= p \times l \times 3 \text{ m} \\ p \times l &= 48 \text{ m}^2 \\ p &= 12 \text{ m} \\ l &= 4 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi dimensi bangunan reservoir adalah :

$P = 12$ m ; $L = 4$ m ; $T = 3.3$ m (tinggi jagaan 0.3 m)

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kapasitas pada Ruas Jalan Bunggasi Kota Kendari untuk pos pengamatan sebesar 6147.6 smp/jam dimana lalu lintas rata-rata tersibuk terjadi pada hari Senin sebesar 1703 smp/jam. Dengan demikian kondisi dari Ruas Jalan Bunggasi Kota Kendari masih dapat melayani arus lalu lintas yang berinteraksi pada jalan tersebut.
2. Dari hasil perhitungan tersebut, dengan perbandingan antara volume lalu lintas dengan kapasitas jalan (rasio q/c), menunjukkan bahwa tingkat pelayanan pada Ruas Jalan Bunggasi Kota Kendari termasuk dalam tingkat Pelayanan A dengan nilai 0,227.

Saran

Demi peningkatan kelancaran arus lalu lintas pada Ruas Jalan Bunggasi Kota Kendari pada masa yang akan datang, maka disarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Perlu adanya pengaturan yang terkontrol terhadap kendaraan yang akan parkir seperti kendaraan berat pada badan Ruas Jalan Bunggasi Kota Kendari agar pemakai jalan lain dapat menikmati kelancaran dan kenyamanan dalam berlalu lintas.
2. Untuk tindak lanjutnya perlu diadakan penelitian dari segi penggunaan badan jalan sebagai parkir kendaraan agar ruas jalan tersebut dapat dipakai secara optimal demi kelancaran dan kenyamanan lalu lintas.

DAFTAR PUSTAKA

- Triatmodjo, Bambang, 2008, *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Fatur Rahman Rustam. 2009. “*Analisis Pemakaian Air Bersih Rumah Tangga Warga Perumahan Bumi Mas Graha Asri Kota Kendari* “. Program Studi S1 Sipil Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Haluoleo.
- Aprianus Kunang. 2006. “*Analisa Kapasitas Debit Perusahaan Daerah Air (PDAM) Kota Kendari* “. Program Studi S1 Sipil Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Haluoleo.
- Daniel. J Van Rooijen, et all. 2008. “*Urban and Industrial Water Use In The Krishna Basin, India*”. Jurnal: Irrigation and Drainage.
- Fisman. 2012. “*Tinjauan Pelayanan Air Bersih Pada Perusahaan Air Minum Kecamatan Tomia Timur Kabupaten Wakatobi (Studi Kasus: Kelurahan Patipelong)*”. Program Studi D-III Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Haluoleo.
- Inspektorat Jendral Kementrian Pekerjaan Umum. 2010. “*Rencana Induk Pengembangan SPAM*”. Jakarta.
- Chow, V.T., 1959, *Open Channel Hydraulics*, McGraw-Hill Kogakusha, LTD., Tokyo.
- Chow, V.T., D.R., Maidment dan L.W., Mays, 1988, *Applied Hydrology*, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Haan, S.T., 1977, *Statistical Methods in Hydrology*, The Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- Imam Subarkah, 1980, *Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*, Idea Dharma Bandung, Bandung.
- Jayadi, R., 2000. Dasar-dasar hidrologi. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.
- Linsley, R.K., Kohler, M.A., Paulhus, J.L.H., 1986. *Hidrologi Untuk Insinyur*. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Ponce, V.M., 1989. *Engineering Hydrology*. Prentice Hall, New Jersey, USA.
- Sri Harto Br., 1993, *Analisis Hidrologi*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Sri Harto Br., 2000, *Hidrologi: Teori, Masalah dan Penyelesaian*, Naviri Offset, Yogyakarta.
- Viessman, dkk., 1977, *Introduction to Hydrology*, Harper & Row, Publishers, New York.

