

**PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR
BERSIH (IPA) PDAM KECAMATAN BATULAPPA
KABUPATEN PINRANG**

Disusun Oleh:

AWALUDDIN BORAHIMA

45 13 041 162



SKRIPSI

Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan

Guna Memperoleh Gelar

Sarjana Teknik

JURUSAN SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

2020

**PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR
BERSIH (IPA) PDAM KECAMATAN BATULAPPA
KABUPATEN PINRANG**

Disusun Oleh:

AWALUDDIN BORAHIMA

45 13 041 162



SKRIPSI

Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan

Guna Memperoleh Gelar

Sarjana Teknik

JURUSAN SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

2020



UNIVERSITAS BOSOWA

Jalan Urip Sumoharjo Km. 4, Makassar – Sulawesi Selatan

Telp. 0411 452 901 – 452 789 Fax. 0411 424 568

<http://www.universitasbosowa.ac.id>

FAKULTAS TEKNIK

LEMBAR PENGAJUAN UJIAN TUTUP
TUGAS AKHIR

Judul :

**"PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR BERSIH (IPA) PDAM
KECAMATAN BATULAPPA KABUPATEN PINRANG"**

Disusun dan diajukan oleh:

Nama Mahasiswa : **AWALUDDIN BORAHIMA**

No. Stambuk : **45 13 041 162**

Sebagai salah satu syarat, untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Sipil / Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

Telah Disetujui Komisi/Tim Pembimbing :

Pembimbing I : **Ir. A. RUMPANG YUSUF, M.T.**

Pembimbing II : **Ir. Hj. SATRIAWATI CANGARA, M.Sp.**

Mengetahui:

Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ridwan, S.T., M.Si.
NIDN. 0910127101

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Nurhadijah Yuniarti, S.T., M.T.
NIDN. 0916068201



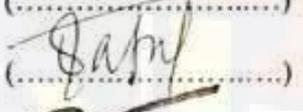
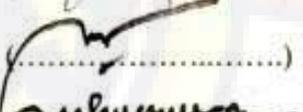
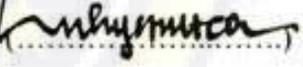
LEMBAR PENGESAHAN

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar Nomor : A.374/FT/UNIBOS/VIII/2020, Tertanggal 28 Agustus 2020, perihal Pengangkatan Panitia dan Tim Penguji Tugas Akhir, maka pada :

Hari / Tanggal : Jumat / 4 September 2020
Nama : **Awaluddin Borahima**
Nomor Stambuk : **45 13 041 162**
Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : **“Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Bersih (IPA) PDAM
Kecamatan Batulappa Kabupaten Pinrang”**

Telah diterima dan disahkan oleh Panitia Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Ujian Sarjana Strata Satu (S-1) untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

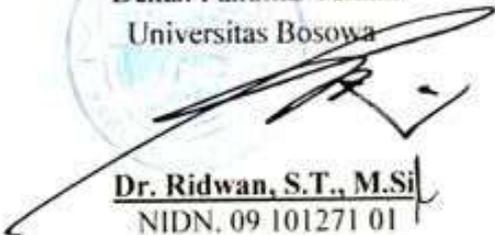
Tim Penguji Tugas Akhir

Ketua (Ex. Officio) : **Ir. A. Rumpang Yusuf, M.T.** 
Sekretaris (Ex. Officio) : **Ir. Hj. Satriawati Cangara, M.Sp.** 
Anggota : **Ir. Burhanuddin Badrun, M.Sp.** 
Nurhadijah Yunianti, S.T., M.T. 

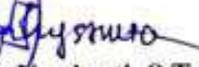
Makassar, 4 September 2020

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Bosowa


Dr. Ridwan, S.T., M.Si
NIDN. 09 101271 01

Ketua Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Bosowa


Nurhadijah Yunianti, S.T., M.T
NIDN. 09 160682 01

SURAT PERNYATAAN
KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Awaluddin Borahima
Nomor Stambuk : 45 13 041 162
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : "Analisis Ketersediaan Air Sungai Majeng
Untuk Memenuhi Kebutuhan Air Bersih
Kecamatan Batulappa Kabupaten Di Pinrang"

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

1. Tugas akhir yang saya tulis ini merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang sepengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Demi pengembangan pengetahuan, saya keberatan apabila Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa menyimpan, mengalih mediadakan / mengalih formatkan, mengelola dalam bentuk data base, mendistribusikan dan menampilkan untuk kepentingan akademik
3. Bersedia dan menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa dari semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam tugas akhir ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, 2021
Yang membuat pernyataan



Awaluddin Borahima
NIM : 45 13 041 162

KATA PENGANTAR



Dengan penuh kerendahan hati penulis panjatkan puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang merupakan salah satu persyaratan akademik guna menyelesaikan studi pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar

Dalam tulisan ini penulis menyajikan pokok bahasan menyangkut masalah dibidang pengairan, dengan judul :

PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR BERSIH (IPA) PDAM KECAMATAN BATULAPPA KABUPATEN PINRANG

Dengan penuh kesadaran diri dan segala kerendahan hati penulis, menyadari bahwa hanya Allah yang memiliki segala kesempurnaan, sehingga tentu masih banyak lagi rahasia-Nya yang belum tergali dan belum kita ketahui. Oleh karena itu, kami mengharapkan saran-saran dan kritik yang positif demi penyempurnaan tugas akhir ini. Semoga tulisan yang sederhana ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca. Amien.

Makassar, Oktober 2020

PENULIS

**ANALISIS KETERSEDIAAN AIR SUNGAI MAJENG UNTUK
MEMENUHI KEBUTUHAN AIR BERSIH KECAMATAN
BATULAPPA KABUPATEN DI PINRANG**

Awaluddin Borahima¹⁾, Rumpang Yusuf²⁾, Satriawati Cangara³⁾

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa

Email: awal.therc7@gmail.com

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ketersediaan air sungai majeng bisa atau tidak memenuhi kebutuhan air bersih di Kecamatan Batulappa dan merencanakan Instalasi Pengolahan Air Bersih (IPA) di Kecamatan Batu Lappa. Pada penelitian ini perhitungan ketersediaan air menggunakan data curah hujan dengan metode F.J.Mock dikarena tidak tersedianya data debit dan kebutuhan air bersih di proyeksikan sampai 20 tahun kedepan dengan tingkat pelayanan 80 %. Hasil penelitian ini didapatkan ketersediaan air paling kurang terjadi pada bulan oktober ke II yaitu 0.069 m³/dt dan kebutuhan air bersih paling tinggi setelah diproyeksikan yaitu 0.020 m³/dt. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa sungai majeng masih bisa memenuhi kebutuhan air bersih dikecamatan Batulappa.Namun perlu meningkatkan kapasitas produksi PDAM Tirta Sawitto dengan penambahan reservoir di tahun 2023 dengan kapasitas 500 M³ sehingga total kapasitas di tahun 2038 adalah 1800 m³ dengan kebutuhan air penduduk di Kabupaten Pinrang adalah 244.21 m³ .

Kata kunci: Ketersedian Air, Kebutuhan Air Bersih, Batulappa

Abstract: This study aims to see the fact that the majeng river air can or does not meet the needs of clean water in Batulappa District and to plan a Clean Water Treatment Installation (IPA) in Batu Lappa District. In this study, the calculation of the amount of air used rainfall data with the F.J. Mock method because of the unavailability of debit data and the need for clean water to be projected for the next 20 years with a service level of 80%. The results of this study collected data that at least occurred in October II, namely 0.069 m³ / s and the highest need for clean water after being projected was 0.020 m³ / s. From the research results it can be ignored that the Majeng river can still meet the needs of clean water in Batulappa sub-district. However, it can increase the capacity of PDAM Tirta Sawitto by adding a reservoir in 2023 with a capacity of 500 M³ so that the total capacity in 2038 is 1800 m³ with the water needs of the population in Pinrang Regency. is 244.21 m³

Keywords: Water Availability, Clean Water Needs, Batulappa

DAFTAR ISI

	Halaman
Lembar Judul	i
Lembar Pengajuan	ii
Lembar Pengesahan	iii
Surat Pernyataan Keaslian	iv
Kata Pengantar	v
Abstrak	vi
Daftar Isi	vii
Daftar Tabel	x
Daftar Gambar	xi
Bab I Pendahuluan	
1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Rumusan Masalah	I-4
1.3. Tujuan Penelitian.....	I-5
1.4. Manfaat Penelitian.....	I-5
1.5. Pokok Bahasan dan Batasan Masalah	I-5
1.5.1. Pokok Bahasan	I-5
1.5.1. Batasan Masalah	I-6
1.6. Sistematika Penulisan	I-6
Bab II Tinjauan Pustaka	
2.1. Umum.....	II-1
2.2. Pengertian Air Baku dan Air Minum	II-2

2.3. Daerah Aliran Sungai (DAS)	II-3
2.4. Sumber Air Bersih	II-4
2.5. Karakteristik Air	II-7
2.6. Kebutuhan Air	II-11
2.7. Alat Pengukur Curah Hujan	II-14
2.8. Proyeksi Jumlah Penduduk	II-16
2.9. Klimatologi	II-18
2.10. Sistem Pengolahan Air Minum	II-19
2.11. Unit Instalasi Pengolahan Air	II-20
2.11.1. Bangunan Penangkap Air (intake)	II-20
2.11.2. Bak Penenang	II-21
2.11.3. Koagulasi	II-21
2.11.4. Flokulasi	II-22
2.11.5. Sedimentasi	II-23
2.11.6. Filtrasi	II-26
2.11.7. Desinfeksi	II-27
2.11.8. Reservoir.....	II-28
2.11.9. Pompa Air	II-29
2.12. Sistem Pengolahan (PDAM)	II-30
Bab III Metode Penelitian	
3.1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian	III-1
3.2. Metode Penelitian.....	III-2
Bab IV Hasil Penelitian dan Pembahasan	
4.1. Analisa Pertumbuhan Penduduk	IV-1

4.1.1. Analisa Pertumbuhan Penduduk Kecamatan Batulappa.....	IV-1
4.2. Analisa Kebutuhan Air.....	IV-4
4.3. Perhitungan Reservoir (Bak Penampung)	IV-7
4.4. Perhitungan Pelat Dasar dan Dinding	IV-8
4.5. Spesifikasi Teknik Instalasi Pengolahan Air.....	IV-10
4.6. Teknik Proses Pengolahan	IV-11
4.6.1. Proses Koagulasi	IV-11
4.6.2. Proses Flokulasi.....	IV-13
4.6.3. Proses Sedimentasi	IV-13
4.6.4. Proses Filtrasi	IV-15
4.6.5. Bahan Baku	IV-16

Bab V Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan	V-1
5.2. Saran	V-2

Daftar Pustaka

Lampiran-Lampiran

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1	Tingkat Pemakaian Air Rumah Tangga	
	Sesuai Kategori Kota	II-12
Tabel 2.2	Klasifikasi dan Struktur Kebutuhan Air	II-13
Tabel 4.1	Perkembangan Penduduk di Kecamatan Batulappa	
	Priode Tahun 2014-2018	IV-1
Tabel 4.2	Proyeksi Penduduk Kecamatan Batulappa	IV-3
Tabel 4.3	Rekapitulasi Perhitungan Kebutuhan Air Penduduk Kecamatan di Kabupaten Pinrang Proyeksi Sampai	
	Tahun 2038.....	IV-6
Tabel 4.4	Analisis Perhitungan Penulangan Reservoir	IV-8
Tabel 4.5	Tabel Kriteria Proses Koagulasi	IV-12
Tabel 4.6	Kriteria Proses Flokulasi	IV-13
Tabel 4.7	Kriteria Proses Sedimentasi	IV-14
Tabel 4.8	Kriteria Proses Filtrasi	IV-16

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Skema Pengolahan Air Minum	II-19
Gambar 3.1. Peta Administrasi Provinsi Sulawesi Selatan	III-1
Gambar 3.2 Peta Administrasi Kabupaten Pinrang	III-2
Gambar 3.3 Flow Chart	III-6
Gambar 4.1. Keterangan Gambar Arah Tulangan.....	IV-9
Gambar 4.2. Rencana Ukuran Reservoir.....	IV-9
Gambar 4.3. Skema Perencanaan IPA Persentase 60%	IV-17
Gambar 4.4. Skema Perencanaan IPA Persentase 80%	IV-18

BOSOWA

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air Merupakan faktor penting dalam kehidupan manusia yang merupakan kebutuhan pokok bagi semua makhluk hidup. Dalam bidang industri, pembangkit tenaga listrik, dan transportasi. Keberadaan air sangatlah berlimpah, mulai dari mata air, sungai, waduk, dan laut, hingga Samudra. Luas wilayah perairan lebih luas dari pada luas daratan. Air Bersih merupakan kebutuhan primer manusia. Kegunaannya pun banyak seperti konsumsi air minum, memasak, mandi, mencuci, keperluan industri, bahkan untuk sarana rekreasi dan pariwisata. Air tidak akan terlepas dari kehidupan manusia. Namun sampai saat ini Indonesia masih terus mengalami persoalan dalam ketersediaan air bersih, setiap tahunnya banyak daerah yang mengeluh masalah kelangkaan air bersih apalagi pada musim kemarau. Meningkatnya jumlah penduduk dan kegiatan pembangunan mengakibatkan kebutuhan akan air meningkat tajam.

Air bersih adalah air tawar yang sudah siap dikonsumsi oleh masyarakat luas, dan tidak mempunyai dampak negative bagi kesehatan masyarakat. Sebagai kebutuhan vital bagi masyarakat, air bersih harus selalu tersedia guna mempertahankan kelangsungan hidupnya. 97% air di bumi adalah air asin dan hanya 3% berupa air tawar yang lebih dari 2 per

tiga bagiannya berada dalam bentuk es di glasier dan es kutub. Air tawar yang tidak membeku dapat ditemukan terutama di dalam tanah berupa air tanah, dan hanya sebagian kecil berada di atas permukaan tanah dan di udara.

Pemanfaatan air sebagai air minum dan air bersih, tidak dapat dilakukan secara langsung, akan tetapi membutuhkan proses pengolahan terlebih dahulu. Pengolahan tersebut dilakukan agar air tersebut dapat memenuhi standar sebagai air bersih maupun air minum. Untuk melakukan proses pengolahan tersebut dibutuhkan suatu instalasi yang sesuai dengan kualitas dan kuantitas yang diinginkan. Banyak wilayah di Indonesia yang kualitas sumber air permukaan ataupun air tanahnya tidak memenuhi syarat untuk digunakan sebagai air minum. Desa-desa di beberapa kecamatan di Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan merupakan contoh lokasi yang jelas tentang adanya masalah sulitnya mengatasi pemenuhan kebutuhan air bersih atau air minum. Desa-desa tersebut terletak di daerah pinggir pantai dengan daratan yang telah terintrusi air laut, sehingga masyarakat desa tidak mempunyai sumber air untuk pemenuhan kebutuhan air bersihnya.

Mengingat kecenderungan ketersediaan air khususnya dari air permukaan (sungai) yang tetap sedangkan kebutuhan yang terus meningkat akibat semakin bertambahnya jumlah penduduk, agar tidak terjadi kekurangan air maka harus segera dilakukan upaya-upaya efisiensi pemakaian air. Sungai merupakan salah satu sumber air di daratan, yang

mempunyai fungsi mengumpulkan curah hujan dalam suatu daerah tertentu. Saat ini sungai telah menjadi alternatif pilihan yang paling banyak dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan manusia akan air.

Keseimbangan antara ketersediaan air di sungai majeng dan kemungkinan penggunaan air pada masa mendatang untuk daerah sekitarnya, khususnya kecamatan di Batulappa yang berada di Wilayah Sungai Saddang apakah ketersediaan air di sungai mencukupi untuk kebutuhan.

Kecamatan Batulappa adalah sebuah kecamatan yang berada di daerah pegunungan di Kabupaten Pinrang, Provinsi Sulawesi Selatan. Kecamatan Batulappa, dengan luas wilayah 158,99 Km Kecamatan Batulappa dimana, suatu wilayah Desa/Kelurahan yang berada pada wilayah topografi dataran tinggi dan berada pada wilayah yang berbukit-bukit/pegunungan dengan ketinggian dari permukaan laut antara 20 sampai 1007 m diatas permukaan laut. Secara geografi Kecamatan Batulappa terletak diantara $03^{\circ}34'20.01''$ LS, $119^{\circ}37'19.51''$ BT sampai $03^{\circ}35'34.78''$ LS, $119^{\circ}43'17.57''$ BT.

Saat ini di Kecamatan Batulappa belum ada sistem penyediaan air bersih, masyarakat menggunakan sumur bor untuk memenuhi kebutuhan air sehari-hari akan tetapi ketika memasuki musim kemarau maka sebagian besar sumur bor yang digunakan masyarakat akan mengalami kekeringan.

Terdapat sebuah intake pengambilan air disungai majeng yang dibangun oleh swadaya masyarakat setempat untuk mengantisipasi jika musim kemarau tiba akan tetapi pengambilan yang ada tidak dilakukan secara teknis dan pengalirannya hanya sampai pada jalan yang ada di IKK (Ibu kota Kecamatan) batulappa. Masyarakat sekitar IKK yang mengalami kekeringan mengambil air dipipa yang ada di IKK kemudian mengangkut kerumah mereka masing-masing.

Oleh karena itu perlu dilakukan Analisa mengenai ketersediaan air yang ada di disungai majeng, kebutuhan air yang di Kecamatan Batulappa dan Sistem Penyediaan air bersih.

Dengan dasar inilah yang melandasi penulis untuk meneliti dan mengangkat judul skripsi :

**“ Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Bersih (IPA) PDAM
kecamatan Batulappa Kabupaten Pinrang”**

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang diuraikan diatas didapatkan Rumusan Masalah yaitu:

1. Berapa besar kebutuhan air bersih di Kecamatan Batulappa pada tahun 2018 sampai dengan tahun 2038
2. Bagaimana perencanaan instalasi pengolahan air bersih di kecamatan Batulappa untuk memenuhi kebutuhan air bersih pada tahun 2018 sampai dengan tahun 2038.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari Penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui kebutuhan air bersih masyarakat Kecamatan Batulappa Kabupaten Pinrang pada tahun 2018 sampai dengan tahun 2038
2. Merencanakan Instalasi Pengolahan Air bersih (IPA) di Kecamatan Batulappa Penampang / Reservoir Kabupaten Pinrang

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

Hasil penulisan ini yaitu untuk PDAM Tirta Sawitto Kabupaten Pinrang mendapatkan informasi tentang kebutuhan air masyarakat di Kecamatan Batulappa, Kabupaten Pinrang periode 2018 sampai dengan 2038, serta sebagai data untuk membangun Instalasi Pengolahan Air Bersih (IPA) sesuai dengan kebutuhan.

1.5 Pokok Bahasan dan Batasan Masalah

1.5.1 Pokok Bahasan

1. Pengumpulan data-data eksisting IPA dan kapasitas reservoir PDAM Tirta Sawitto Kabupaten Pinrang
2. Melakukan Perhitungan Proyeksi Penduduk dan Analisa kebutuhan air bersih berdasarkan data-data yang ada
3. Melakukan perencanaan Pengembangan berdasarkan perhitungan yang telah didapat

4. Optimalisasi Instalasi Pengolahan Air bersih berdasarkan hasil analisis yang dianggap paling efisien

1.5.2 Batasan Masalah

Karena terbatasnya waktu pengerjaan Tugas Akhir, maka perlu adanya ruang lingkup dan Batasan-batasan dalam:

1. Penelitian ini dilakukan pada daerah pelayanan PDAM Kabupaten Pinrang dengan layanan Kabupaten Pinrang yaitu Kecamatan Batulappa Propinsi Sulawesi Selatan.
2. Lokasi Intake dan perencanaan berada di **sungai Majeng** yang berada di desa Batulappa Kecamatan Batu Lappa Kabupaten Pinrang
3. Perencanaan Instalasi Pengolahan air bersih (IPA) Kecamatan Batulappa sebagai upaya mengoptimalkan Kinerja dari IPA Kecamatan Batulappa hanya mengembangkan kapasitas Produksi dan tidak merencanakan jaringan distribusi

1.6 Sistematika Penulisan

Berdasarkan tujuan yang ingin dicapai, maka sistematika penulisan adalah:

BAB I Pendahuluan

Menguraikan tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penulisan, Batasan Masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Meliputi teori Kebutuhan air dan sistem perencanaan pengolahan air bersih.

BAB III Metodologi Penelitian

Meliputi metode pengumpulan data, objek dan prosedur penelitian, dan gambaran umum lokasi penelitian, kondisi alam, serta sistem penyediaan air bersih.

BAB IV Analisa dan Pembahasan

Meliputi analisis dan pembahasan mengenai prediksi kebutuhan air diberbagai sektor berdasarkan data yang ada.

BAB V Kesimpulan dan Saran

Meliputi kesimpulan dan saran dari Analisa dan pembahasan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Air merupakan kebutuhan dasar bagi manusia sehingga menjadi hal wajar jika sektor air bersih mendapat prioritas utama dalam penanganan dan pemenuhannya (Agustina, 2013).

Air adalah senyawa yang penting bagi semua bentuk kehidupan yang diketahui sampai saat ini di Bumi. Fungsi air didalam tubuh tidak dapat digantikan oleh senyawa lain. Selain untuk minum air juga digunakan manusia untuk kebutuhan sehari-hari lainnya seperti mandi, cuci, juga digunakan dalam bidang pertanian, perikanan, perindustrian, dan lain-lain.

Air bersih untuk kebutuhan manusia harus memenuhi empat konsep dasar yaitu segi kualitas, kuantitas, kontinuitas, dan ekonomis. Dari segi kuantitas; air harus cukup untuk memenuhi kebutuhan manusia. Dari segi kualitas; air harus memenuhi persyaratan kesehatan terutama untuk air minum. Dari segi kontinuitas; air tersebut berputar sesuai siklusnya dan tidak pernah hilang, dan dari segi ekonomis; harga jual air tersebut dapat terjangkau oleh segala lapisan masyarakat, mengingat air sangat dibutuhkan oleh seluruh lapisan masyarakat tanpa kecuali.

2.2 Pengertian Air Baku dan Air Minum

Air baku untuk air minum rumah tangga, yang selanjutnya disebut air baku adalah air yang dapat berasal dari sumber air permukaan, cekungan air tanah dan/atau air hujan yang memenuhi baku mutu tertentu sebagai air baku untuk air minum. (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18, 2007)

Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/MENKES/SK/IX/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri, air bersih adalah air yang dipergunakan untuk keperluan sehari-hari dan kualitasnya memenuhi persyaratan kesehatan air bersih sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku dan dapat diminum apabila dimasak. (Kepmenkes RI No. 1405, 2002) Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. (Permenkes RI No. 492, 2010)

2.3 Daerah Aliran Sungai (DAS)

DAS adalah semua daerah di mana semua airnya yang jatuh di daerah tersebut akan mengalir menuju sungai. Aliran air tersebut tidak hanya berupa air permukaan yang mengalir di dalam air sungai, Tetapi termasuk juga aliran di lereng-lereng bukit yang mengalir menuju alur sungai sehingga daerah tersebut dinamakan daerah aliran sungai. Dengan ini umumnya dibatasi dengan batas topografi. Batas ini tidak ditetapkan berdasarkan air bawah tanah karena permukaan air tanah selalu berubah sesuai mudim dan tingkat kegiatan pemakaian (Dri Harto, 1993).

KONsep Daerah Aliran Sungai (Das) Merupakan dasar dari semua perencanaan hidrologi. Mengingat DAS yang besar pada dasarnya tersusun dari DAS-DAS yang lebih kecil lagi. Secara umum DAS dapat didefenisikan sebagai suatu wilayah yang dibatasi oleh batas alam seperti punggung bukit atau gunung, maupun batas buatan seperti jalan atau tanggul dimana air hujan yang turun di wilayah tersebut memberi kontribusi aliran ke titik kontrol (outlet). Komponen masukan dalam DAS adalah curah hujan, sedangkan keluarannya terdiri dari debit air dan muatan sedimen (Supirin 2004)

Seriap DAS Memiliki Karakteristik dan parameter DAS masing-masing. Karakteristik dan parameter ini bergantung pada tata guna lahan kondisi geologi DAS (Fasty Ratna, 2013)

2.4 Sumber Air Bersih

Dalam penyediaan air bersih, kita tidak lepas dari sumber air darimana air itu berasal. Secara garis besar, air di alam ini yang dapat dimanfaatkan terbagi atas:

1. Air Hujan

Air hujan terjadi dari proses evaporasi air permukaan dan evapotranspirasi dari tumbuh-tumbuhan oleh bantuan sinar matahari melalui proses kondensasi kemudian jatuh ke bumi dalam bentuk hujan, salju ataupun embun. Air hujan mempunyai sifat tanah (soft water) karena kurang mengandung garam-garam dan zat-zat mineral sehingga terasa kurang segar dan juga akan boros terhadap pemakaian sabun. Disamping itu, air hujan mempunyai sifat agresif terutama pada pipa-pipa penyalur maupun bak-bak reservoir sehingga hal ini akan mempercepat terjadinya korosi.

2. Air Permukaan

Air permukaan merupakan air hujan yang mengalir dipermukaan bumi. Pada umumnya air ini akan mengalami pengotoran selama pengalirannya. Beban pengotoran ini untuk masing-masing air permukaan akan berada tergantung daerah pengaliran air permukaan. Macam-macam air permukaan antara lain :

a. Air Sungai

Dalam penggunaannya sebagai air minum haruslah mengalami suatu pengolahan yang sempurna, mengingat bahwa air mempunyai

derajat pengotoran yang tinggi. Air sungai merupakan penampungan dari berbagai jenis limbah yang terdapat disekitarnya baik itu limbah domestik maupun limbah industri. Sungai yang telah tercemar oleh limbah industri yang berat akan sulit diolah serta membutuhkan proses yang lebih kompleks.

b. Air Rawa

Pada umumnya air rawa berwarna, karena adanya zat-zat organik yang telah membusuk. Dengan banyaknya zat organik menyebabkan kadar O₂ yang terlarut dalam air sedikit sehingga kadar Fe dan Mn yang terlarut dalam air menjadi tinggi. Pada permukaan air ini akan tumbuh algae (lumut) karena adanya sinar matahari dan O₂, maka untuk mengambil air ini sebaiknya pada bagian tengah agar endapan-endapan Fe dan Mn serta lumut tidak terbawa.

c. Air Danau

Air permukaan yang mengalir dan menemukan sebuah cekungan akan membentuk danau jika cekungan tanah dalam skala besar atau jika cekungan berskala kecil maka akan membentuk telaga. Danau biasanya memiliki sumber air dari sungai ataupun mata air (pada danau di dataran tinggi) dan memiliki aliran keluar.

3. Air tanah

Air tanah adalah air yang berada di bawah permukaan tanah didalam zone jenuh dimana tekanan hidrostatiknya sama atau lebih besar dari tekanan atmosfer (Suyono,1993). Menurut Undang-undang Republik

Indonesia Nomor 7 tahun 2004 tentang Sumber Daya Air, air tanah adalah air yang terdapat dalam lapisan tanah atau batuan di bawah permukaan tanah. (Undang-undang RI No. 7, 2004) Air tanah berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi lalu meresap ke dalam tanah dan mengalami proses filtrasi secara alamiah. Proses-proses yang telah dialami air hujan tersebut, di dalam perjalanannya ke bawah tanah, membuat air tanah menjadi lebih baik dan lebih murni dibandingkan air permukaan. Air tanah terbagi atas :

1.) Air Tanah Dangkal

Air tanah dangkal terjadi karena adanya proses peresapan air dari permukaan tanah. Lumpur akan tertahan, demikian juga dengan sebagian bakteri sehingga air tanah ini akan jernih tetapi lebih banyak mengandung zat-zat kimia karena melalui lapisan tanah yang mempunyai unsur-unsur kimia tertentu untuk masing-masing lapisan tanah. Pengotoran juga masih terus berlangsung terutama pada permukaan air yang dekat permukaan tanah. Air tanah dangkal ini dimanfaatkan untuk sumber air minum melalui sumur-sumur dangkal.

2.) Air Tanah Dalam

Air tanah dalam terdapat setelah lapisan rapat air yang pertama. Untuk mengambil air ini diperlukan bor karena kedalamannya berkisar antara 100-300 meter. Jika tekanan air tanah ini besar maka air akan menyembur ke permukaan sumur. Sumur ini disebut

sumur atesis. Jika air tidak dapat keluar dengan sendirinya maka diperlukan pompa.

3.) Mata Air

Mata air adalah air tanah yang keluar dengan sendirinya kepermukaan tanah. Mata air yang berasal dari tanah dalam, hampir tidak terpengaruhi oleh musim dan kuantitas serta memiliki kualitas yang sama dengan air tanah dalam.

4. Air laut

Air laut mempunyai sifat asin karena mengandung garam NaCl. Kadar garam dalam air laut kurang lebih 3%. Dengan keadaan ini, maka air laut tidak memenuhi syarat untuk air minum apabila belum diolah terlebih dahulu. Air laut jarang digunakan sebagai air baku untuk air minum karena pengolahan untuk menghilangkan kadar garamnya membutuhkan biaya yang cukup besar.

Keempat sumber air baku tersebut mempunyai hubungan satu sama lain yang merupakan satu mata rantai yang tidak dapat diputuskan yang disebut daur hidologi. Pada dasarnya jumlah air di alam ini jumlahnya tetap, hanya berputar-putar sesuai siklus hidrologi tersebut.

2.5 Karakteristik Air

- **Parameter Fisik**

- a. Suhu

Temperatur air maksimum yang diizinkan oleh MENKES RI No.416/MENKES/PER/IX/1990 adalah 30°C. Penyimpangan terhadap

ketetapan ini akan mengakibatkan meningkatnya daya/tingkat toksisitas bahan kimia atau bahan pencemar dalam air dan pertumbuhan mikroba dalam air.

b. Warna

Banyak air permukaan khususnya yang berasal dari daerah rawa rawa seringkali berwarna sehingga tidak dapat diterima oleh masyarakat baik untuk keperluan rumah tangga maupun keperluan industri, tanpa dilakukannya pengolahan untuk menghilangkan warna tersebut. Bahan-bahan yang menimbulkan warna tersebut dihasilkan dari kontak antara air dengan reruntuhan organis yang mengalami dekomposisi.

c. Bau

Air yang memenuhi standar kualitas harus bebas dari bau. Biasanya bau disebabkan oleh bahan-bahan organik yang dapat membusuk serta senyawa kimia lainnya fenol. Air yang berbau akan dapat mengganggu estetika.

d. Rasa

Biasanya rasa dan bau terjadi bersama-sama, yaitu akibat adanya dekomposisi bahan organik dalam air. Seperti pada bau, air yang memiliki rasa juga dapat mengganggu estetika.

e. Kekeruhan

Air dikatakan keruh, apabila air tersebut mengandung begitu banyak partikel bahan yang tersuspensi sehingga memberikan warna/rupa yang

berlumpur dan kotor. Bahan-bahan yang menyebabkan kekeruhan ini meliputi tanah liat, lumpur, bahan organik yang tersebar.

f. *Padatan/solid*

Semua kontaminan/pengotor dalam air kecuali gas terlarut merupakan bagian dari beban padatan dalam air. Padatan dapat diklasifikasikan menurut ukuran, sifat kimianya, dan distribusi ukurannya. Materi padatan dan semi padatan dalam air dapat diklasifikasikan menurut ukuran dan posisinya seperti dapat mengendap, suspensi, koloid atau terlarut.

- **Parameter Kimia**

a. Derajat keasamaan (pH)

pH merupakan salah satu faktor yang sangat penting mengingat pH dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroba di dalam air. Sebagian besar mikroba didalam air. Sebagian besar mikroba akan tumbuh dengan baik pada pH 6,0-8,0 pH juga akan menyebabkan perubahan kimiawi di dalam air. Menurut standarkualitas air , pH 6,5-9,2. Apabila pH kecil dari 6,5 atau lebih besar dari 9,2 maka akan menyebabkan korosifitas pada pipa-pipa air yang dibuat dari logam dan dapat mengakibatkan beberapa senyawa kimia berubah menjadi racun yang dapat mengganggu kesehatan manusia.

b. Total *Solid*

Tingginya angka total *solid* merupakan bahan pertimbangan dalam menentukan sesuai atau tidaknya air untuk penggunaan rumah tangga. Air yang baik digunakan untuk keperluan rumah tangga adalah dengan

angka total solid di dalam air minum adalah 500-1500 mg/l. Apabila melebihi, maka akan berakibat air tidak enak rasanya, rasa mual dan terjadinya cardiac diseases serta toxaemia pada wanita-wanita hamil.

c. Kesadahan jumlah (*total hardness*)

Kesadahan adalah merupakan sifat air yang disebabkan oleh adanya ion-ion (kation) logam valensi dua. Ion-ion ini mampu bereaksi dengan sabun membentuk kerak air. Kation-kation penyebab utama dari kesadahan Ca^{++} , Mg^{++} , Sr^{++} , Fe^{++} dan Mn^{++} . Kesadahan total adalah kesadahan yang disebabkan oleh Ca^{++} dan Mg^{++} secara bersama-sama. Standar kualitas menetapkan kesadahan total adalah 5-10 derajat jerman. Apabila kesadahan kurang dari 5 derajat jerman maka air akan menjadi lunak. Jika lebih dari 10 derajat jerman maka akan mengakibatkan kurangnya efektifitas sabun, menyebabkan lapisan kerak pada alat dapur dan sayur-sayuran menjadi keras apabila dicuci dengan air ini

d. Zat Organik

Adanya zat organik di dalam air, disebabkan karena air buangan dari rumah tangga, industri, kegiatan pertanian dan pertambangan. Zat organik di dalam air dapat ditentukan dengan mengukur angka permangantnya (KMnO_4). Di dalam standar kualitas, ditentukan maksimal angka permangantnya 10mg/l. Penyimpangan standar kualitas tersebut akan mengakibatkan timbulnya bau tak sedap dan menyebabkan sakit perut.

e. Kimia Organik

Jumlah zat organik pada air alam umumnya kecil. Sumber zat organik pada air alam adalah dari tanaman yang membusuk. Adanya zat organik dapat mengakibatkan gangguan misalnya :

- Aldrin dan Dieldrin, terjadi biokumulasi pada organisme air yang dimakan manusia dan menimbulkan kanker dan mutasi
- Benzen, menimbulkan rasa, warna atau bau tidak sedap.
- *Chlordane* (total isomer) merupakan insektisida. Penyakit yang ditimbulkan *hyperexytasi*, konvulsi, anemia, *trombochytopenia*, *agranulocytosis*
- *Heptachlor* dan *Hepachlorepoxide*, meskipun tidak menimbulkan kanker akut tetapi terjadi akumulasi dalam rantai makanan dan bersifat *carcinogenic*.

2.6 Kebutuhan Air

Kebutuhan air adalah banyaknya jumlah air yang dibutuhkan untuk keperluan rumah tangga, industri, penggelontoran kota dan lain-lain. Prioritas kebutuhan air meliputi kebutuhan air domestik, industri, pelayanan umum dan kebutuhan air untuk mengganti kebocoran, (Moegijantoro, 1995).

Kebutuhan akan air dikategorikan dalam kebutuhan air domestik dan non domestik. Kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air yang digunakan untuk keperluan rumah tangga yaitu untuk keperluan minum,

masak, mandi, mencuci pakaian serta keperluan lainnya, sedangkan kebutuhan air non domestik digunakan untuk kantor, tempat ibadah, niaga dan lain-lain.

Untuk merumuskan penggunaan air oleh masing-masing komponen secara pasti sulit dilakukan sehingga dalam perencanaan dan perhitungan digunakan asumsi-asumsi atau pendekatan-pendekatan berdasarkan kategori kota seperti pada tabel berikut:

Tabel 2.1 Tingkat Pemakaian Air Rumah tangga sesuai Kategori Kota

Kategori	Ukuran Kota	Jumlah Penduduk(1000)	Kebutuhan Air (Liter/Orang/Hari)
I	Kota Metropolitan	> 1000	190
II	Kota Besar	500-1.000	170
III	Kota Sedang	100-500	150
IV	Kota Kecil	20-100	130
V	Kota Kecamatan	>20	100

Sumber: Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah,2002

Kebutuhan air akan dikategorikan dalam kebutuhan air domestik dan non domestik. Kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air yang digunakan untuk keperluan rumah tangga yaitu untuk keperluan minum, memasak, mandi, cuci pakaian serta keperluan lainnya, sedangkan kebutuhan air non domestik digunakan untuk kegiatan komersil seperti industri, perkantoran, maupun kegiatan sosial seperti sekolah, rumah sakit, tempat ibadah, dan niaga.

Tabel 2.2 Klasifikasi dan Struktur Kebutuhan Air

No.	Parameter	Metro	Besar	Sedang	Kecil
1	Tingkat Pelayanan (Target)	100%	100%	100%	80%
2	Tingkat Pemakaian Air (lt/orang/hari): * Sambungan Rumah (SR) * Hidran Umum (Kran Umum)	190 30	170 30	150 30	130 30
3	Kebutuhan Non domestik * Industri (lt/orang/hari) -Berat -Sedang -Ringan * Komersial (lt/orang/hari) -Pasar -Hotel ~ lokal ~ Internasional *Sosial dan Industri - Universitas (lt/siswa/hari) - Sekolah -Masjid (m ³ /hari/unit) -Rumah Sakit (lt/orang/hari) -Puskesmas (m ³ /hari/unit) -Kantor (lt/orang/hari) - Militer (m ³ /hari/unit)	0,5-1,0 0,25-0,50 0,1-1,00 400 1000 20 15 1 s/d 2 400 1 s/d 2 0,01 10		15 % s/d 30% kebutuhan domestik	
4	Kebutuhan Harian Rata-rata	Kebutuhan Domestik +Non Domestik			
5	Kebutuhan Harian Maksimum	Kebutuhan rata-rata 1,15-1,20 (faktor jam maksimum)			
6	Kehilangan Air *Sistem Baru *Sistem Lama	* 20% x Kebutuhan rata-rata * 30% x kebutuhan rata-rata			
7	Kebutuhan Jam Puncak	Kebutuhan rata-rata x faktor jam puncak (165% s/d 200%)			

Sumber: Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2002

Pedoman yang di pakai dalam perencanaan penyediaan air bersih adalah sebagai berikut:

1. Cakupan target pelayanan air bersih dari PDAM diambil 80% jumlah penduduk, adapun 20% jumlah penduduk diharapkan mencukupi sendiri kebutuhan air bersih dari sumur, mata air dan lain-lain
2. Kebutuhan air untuk domestik (rumah tangga) 80% x 80% target terlayani dengan kebutuhan air bersih sebesar 140 lt/orang/hari. Air tersebut digunakan untuk keperluan minum, memasak, mandi, cuci pakaian serta keperluan lainnya.
3. Kebutuhan air untuk bak umum (masyarakat kurang mampu) adalah 20% x 80% target terlayani kebutuhan air bersih : 30 lt/orang/hari. Air tersebut hanya digunakan untuk keperluan air bersih, memasak serta cuci tangan, adapun kekurangan kebutuhan air minum dicukupi sendiri dari sumur dalam, mata air dan lain-lain.
4. Kebutuhan air non domestik (kantor, tempat ibadah, niaga dan lain-lain) diambil 15% dari kebutuhan air domestik.
5. Kehilangan air diambil 20% dari total kebutuhan air

2.7 Alat Pengukur Curah Hujan

Dari beberapa jenis presipitasi, hujan adalah yang paling bisa diukur. Pengukuran dapat dilakukan secara langsung dengan menampung air hujan yang jatuh, namun tidak dapat dilakukan di seluruh wilayah tangkapan air, akan tetapi hanya dapat dilakukan pada titik-titik yang ditetapkan dengan menggunakan alat pengukur hujan (Triatmodjo, 2008).

Alat Pengukur Curah Hujan terbagi menjadi 3 jenis, yaitu pengukur curah hujan biasa (observarium), pengukur curah hujan otomatis, dan pengukuran curah hujan digital. Prinsip kerja alat pengukur curah hujan antara lain:

1. Pengukur curah hujan biasa (observarium) curah hujan yang jatuh diukur tiap hari dalam kurun waktu 24 jam.
2. Pengukur curah hujan otomatis melakukan pengukuran curah hujan selama 24 jam dengan merekam jejak hujan menggunakan pias yang terpasang dalam jam alat otomatis tersebut dan dilakukan penggantian pias setiap harinya pada pukul 00.00 GMT.
3. Pengukuran curah hujan digital dimana curah hujan langsung terkirim ke monitor komputer berupa data sinyal yang telah diubah ke dalam bentuk satuan curah hujan.

Jumlah hujan yang terjadi dalam suatu DAS merupakan besaran yang sangat penting dalam sistem DAS tersebut, karena hujan merupakan masukan utama dalam suatu DAS, oleh sebab itu pengukuran harus dilakukan secara cermat. Jumlah hujan yang dimaksud tersebut adalah seluruh hujan yang terjadi dalam DAS yang bersangkutan karena hujan ini yang akan menjadi aliran di sungai. Dengan demikian, ini berarti seluruh hujan yang terjadi setiap saat harus dapat diukur. Konsekuensi dari kebutuhan ini adalah bahwa di dalam DAS tersebut tersedia alat ukur yang mampu menangkap seluruh air hujan yang jatuh.

Agar memperoleh hasil pengukuran yang baik, beberapa syarat harus dipenuhi untuk pemasangan alat ukur hujan, yaitu antara lain:

1. Tidak dipasang di tempat yang selalu terbuka (over exposed), seperti di puncak bangunan dan di puncak bukit.
2. Tidak dipasang di tempat yang terlalu tertutup (under exposed), seperti di antara dua bangunan gedung yang tinggi.
3. Paling dekat berjarak 4 x tinggi bangunan / rintangan yang terdekat.
4. Mudah memperoleh tenaga pengamat.

2.8 Proyeksi Jumlah Penduduk

Meningkatnya jumlah penduduk pada suatu daerah merupakan dampak dari peningkatan kesejahteraan dan stabilitas masyarakat, penambahan jumlah penduduk memberikan dampak pada sarana dan prasarana umum tidak terkecuali pada penyediaan air minum dan pengolahannya, Oleh sebab itu dalam melakukan suatu perencanaan penyediaan air bersih, faktor jumlah penduduk harus menjadi tolak ukur yang substantif yaitu mengetahui terlebih dahulu besarnya penduduk yang harus dilayani dalam jangka waktu tertentu dengan jalan memproyeksikan jumlah penduduk dari tahun ke tahun.

Untuk melakukan proyeksi penduduk ada beberapa metode yang digunakan yaitu:

1. Metode Aritmatik

Dalam metode proyeksi ini, asumsinya adalah angka pertumbuhan penduduk dalam durasi waktu tertentu tetap konstan. Misalnya kenaikan populasi 20% di tahun 2010 akan sama 20% pada tahun 2020

juga. Dalam metode ini kita mengasumsikan garis lurus hubungan antara populasi dengan waktu. Persamaan yang digunakan pada metode aritmatika yaitu sebagai berikut:

$$(2.1) \quad P_n = P_o + (1+n \cdot q) \dots\dots\dots$$

$$q = 1/n (P_t / P_o - 1) \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

P_n = Jumlah penduduk yang akan dihitung

P_o = Jumlah pada tahun dasar

P_t = Jumlah Penduduk pada Tahun t

q = Pertumbuhan penduduk rata-rata setiap tahun

n = Periode Waktu antara tahun dasar dengan tahun t (dalam tahun)

Metode ini baik digunakan untuk Kota yang dimana terdapat angka pertumbuhan penduduk yang kecil atau pada rata-rata besar dan derajat pertumbuhan tetap apabila jumlah kepadatan mendekati maksimum.

2. Metode Geometrik

Dalam metode proyeksi ini, pertumbuhan penduduk diasumsikan mengikuti deret geometri. Pertumbuhan diasumsikan konstan untuk jangka waktu tertentu. Pada Metode Geometrik digunakan persamaan sebagai berikut :

$$P_n = P_o (1+r)^n \dots\dots\dots (2.3)$$

$$r = (P_t/P_o)^{1/n} - 1 \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

P_n = Jumlah Penduduk yang akan dihitung

P_o = Jumlah Penduduk awal tahun

P_t = Jumlah Penduduk setelah tahun t

n = Rentang waktu

r = Angka pertumbuhan penduduk

1 = konstanta

Metode Perhitungan Geometrik ini menghasilkan angka yang lebih tinggi karena presentase pertumbuhan sesungguhnya tidak tetap, sebaliknya presentase tersebut akan menurun apabila Kota sudah mencapai batas optimum. Dengan demikian metode ini baik digunakan untuk kota yang mempunyai pertumbuhan tetap.

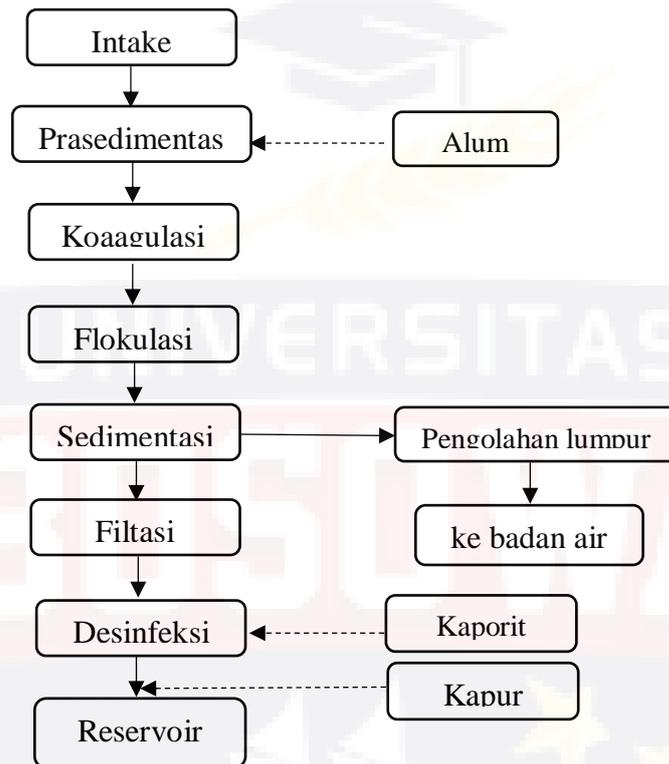
2.9 Klimatologi

Faktor iklim yang membentuk ciri-ciri hidrologi suatu daerah, antara lain adalah jumlah dan distribusi presipitasi (hujan), pengaruh angin, temperatur dan kelembaban udara terhadap evaporasi.

Evaporasi merupakan faktor penting di dalam studi tentang pengembangan sumber-sumber daya air. Evaporasi sangat mempengaruhi debit sungai, besarnya kapasitas waduk, besarnya kapasitas pompa untuk irigasi, penggunaan konsumtif (consumptive use) untuk tanaman dan lain-lain. Air akan menguap dari dalam tanah, baik tanah gundul atau yang tertutup oleh tanaman dan pepohonan, permukaan tidak tembus air seperti atap dan jalan raya, air bebas dan air mengalir. Laju evaporasi atau penguapan akan berubah-ubah menurut warna dan sifat

pemantulan permukaan (albedo) dan berbeda pada permukaan yang langsung tersinari matahari (air bebas) dan yang terlindung.

2.10 .Sistem Pengolahan Air Minum



Gambar 2.1 skema pengolahan air minum

Pada umumnya Instalasi Pengolahan Air Minum merupakan suatu sistem yang mengkombinasikan proses koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi, dan disinfeksi serta dilengkapi dengan pengontrolan Proses juga instrumen pengukuran yang dibutuhkan. Instalasi ini harus didesain untuk menghasilkan air yang layak yang dikonsumsi masyarakat bagaimanapun kondisi cuaca dan lingkungan. Selain itu, sistem dan subsistem dalam

instalasi yang akan didesain harus sederhana, efektif, dapat diandalkan, tahan lama, dan murah dalam pembiayaan.

Tujuan dari sistem pengolahan air minum yaitu untuk mengolah sumber air baku menjadi air minum yang sesuai dengan standar kualitas, kuantitas, dan kontinuitas. Secara umum, proses pengolahan air minum dengan sumber air baku yang berasal dari air permukaan dapat dilihat pada gambar 2.1 diatas.

2.11 Unit Instalasi Pengolahan Air

2.11.1 Bangunan Penangkap Air (*intake*)

Intake merupakan bangunan penangkap/ pengumpul air yang berfungsi untuk :

1. Mengumpulkan air baku dari sumber untuk menjaga kuantitas debit air yang dibutuhkan oleh instalasi.
2. Menyaring benda-benda kasar dengan menggunakan *bar screen*.
3. Mengambil air baku yang sesuai dengan debit yang diperlukan oleh instalasi pengolahan yang direncanakan untuk menjaga kontinuitas penyediaan atau pengambilan air dari sumber.

Kriteria yang harus dipenuhi dalam pembuatan intake adalah :

1. Tertutup untuk mencegah masuknya sinar matahari yang memungkinkan tumbuhan atau mikroorganisme hidup.
2. Tanah di lokasi intake harus stabil.
3. Intake harus kedap air sehingga tidak terjadi kebocoran.

4. Intake harus di desain untuk menghadapi keadaan darurat.
5. Intake dekat permukaan air untuk mencegah masuknya *suspended solid* dan inlet jauh di atas intake.

2.11.2 Bak Penenang

Bak penenang digunakan dengan tujuan untuk menstabilkan tinggi muka air baku yang dialirkan melalui system perpipaan dari *intake*. Unit ini juga mengatur dan menampung air baku, sehingga jumlah air baku yang akan diproses pada instalasi pengolahan air minum bias dilaksanakan dengan mudah dan akurat.

Kriteria desain dari bak penenang ini adalah sebagai berikut:

- Bak penenang dapat berbentuk bulat maupun persegi Panjang
- *Overflow* berupa pipa atau pelimpah diperlukan untuk mengatasi terjadinya muka air yang melebihi kapasitas bak. Pipa *overflow* harus dapat mengalirkan minimum $1/5$ x debit inflow.
- *Freeboard* dari bak penenang sekurang-kurangnya 60 cm.
- Waktu detensi $>1,5$ menit.

2.11.3 Koagulasi

Koagulasi didefinisikan sebagai destabilisasi muatan pada koloid dan partikel tersuspensi, termasuk bakteri dan virus, oleh suatu koagulan. Pengadukan cepat (*flash mixing*) merupakan bagian terintegrasi dari proses ini. Destabilisasi partikel dapat diperoleh melalui mekanisme:

1. Pemanfaatan lapisan ganda elektrik
2. Adsorpsi dan netralisasi muatan
3. Penjaringan partikel koloid dalam presipitat
4. Adsorpsi dan pengikatan antar partikel

Secara umum proses koagulasi berfungsi untuk:

1. Mengurangi kekeruhan akibat adanya partikel koloid anorganik maupun organik di dalam air.
2. Mengurangi warna yang diakibatkan oleh partikel koloid di dalam air.
3. Mengurangi bakteri-bakteri patogen dalam partikel koloid, algae, dan organisme plankton lain.
4. Mengurangi rasa dan bau yang diakibatkan oleh partikel koloid dalam air. Pemilihan koagulan sangat penting untuk menetapkan kriteria desain dari sistem pengadukan, serta sistem flokulasi dan klarifikasi yang efektif.

2.11.4 Flokulasi

Flokulasi adalah tahap pengadukan lambat yang mengikuti unit pengaduk cepat. Tujuan dari proses ini adalah untuk mempercepat laju tumbukan partikel, hal ini menyebabkan aglomerasi dari partikel koloid terdestabilisasi secara elektrolitik kepada ukuran yang terendapkan dan tersaring. Flokulasi dicapai dengan mengaplikasikan pengadukan yang tepat untuk memperbesar flok-flok hasil koagulasi. Pengadukan pada bak flokulasi harus diatur sehingga kecepatan pengadukan semakin ke hilir

semakin lambat, serta pada umumnya waktu detensi pada bak ini adalah 20 sampai dengan 40 menit. Hal tersebut dilakukan karena flok yang telah mencapai ukuran tertentu tidak bisa menahan gaya tarik dari aliran air dan menyebabkan flok pecah kembali, oleh sebab itu kecepatan pengadukan dan waktu detensi dibatasi. Hal lain yang harus diperhatikan pula adalah konstruksi dari unit flokulasi ini harus bisa menghindari aliran mati pada bak. Terdapat beberapa kategori sistem pengadukan untuk melakukan flokulasi ini, yaitu :

1. Pengaduk Mekanis
2. Pengadukan menggunakan baffle channel basins

Pada instalasi pengolahan air minum umumnya flokulasi dilakukan dengan menggunakan horizontal baffle channel (*around-the-end baffles channel*). Pemilihan unit ini didasarkan pada kemudahan pemeliharaan peralatan, ketersediaan headloss, dan fluktuasi debit yang kecil.

2.11.5 Sedimentasi

Sedimentasi adalah pemisahan padatan dan cairan dengan menggunakan pengendapan secara gravitasi untuk memisahkan partikel tersuspensi yang terdapat dalam cairan tersebut. Proses ini sangat umum digunakan pada instalasi pengolahan air minum. Aplikasi utama dari sedimentasi pada instalasi pengolahan air minum adalah :

1. Pengendapan awal dari air permukaan sebelum pengolahan oleh unit saringan pasir cepat.

2. Pengendapan air yang telah melalui proses koagulasi dan flokulasi sebelum memasuki unit saringan pasir cepat.
3. Pengendapan air yang telah melalui proses koagulasi dan flokulasi pada instalasi yang menggunakan sistem pelunakan air oleh kapur-soda.
4. Pengendapan air pada instalasi pemisahan besi dan mangan.

Pengendapan yang terjadi pada bak sedimentasi bisa dibagi menjadi empat kelas. Pembagian ini didasarkan pada konsentrasi dari partikel dan kemampuan dari partikel tersebut untuk berinteraksi. Penjelasan mengenai ke empat jenis pengendapan tersebut adalah sebagai berikut :

1. Pengendapan Tipe I, *Free Settling*

Pengendapan Tipe I adalah pengendapan dari partikel diskrit yang bukan merupakan flok pada suatu suspensi. Partikel terendapkan sebagai unit terpisah dan tidak terlihat flokulasi atau interaksi antara partikel-partikel tersebut. Contoh pengendapan tipe I adalah prasedimentasi dan pengendapan pasir pada grit chamber.

2. Pengendapan Tipe II, *Flocculent Settling*

Pengendapan Tipe II adalah pengendapan dari partikel-partikel yang berupa flok pada suatu suspensi. Partikel-partikel tersebut akan membentuk flok selama pengendapan terjadi, sehingga ukurannya akan membesar dan mengendap dengan laju yang lebih cepat. Contoh pengendapan tipe ini adalah pengendapan primer pada air

buangan dan pengendapan pada air yang telah melalui proses koagulasi dan flokulasi.

3. Pengendapan Tipe III, *Zone/Hindered Settling*

Pengendapan tipe ini adalah pengendapan dari partikel dengan konsentrasi sedang, dimana partikel-partikel tersebut sangat berdekatan sehingga gaya antar partikel mencegah pengendapan dari partikel di sekelilingnya. Partikel-partikel tersebut berada pada posisi yang tetap satu sama lain dan semua mengendap dengan kecepatan konstan. Sebagai hasilnya massa partikel mengendap dalam satu zona. Pada bagian atas dari massa yang mengendap akan terdapat batasan yang jelas antara padatan dan cairan.

4. Pengendapan Tipe IV, *Compression Settling*

Pengendapan tipe ini adalah pengendapan dari partikel yang memiliki konsentrasi tinggi dimana partikel-partikel bersentuhan satu sama lain dan pengendapan bisa terjadi hanya dengan melakukan kompresi terhadap massa tersebut. Bak sedimentasi yang ideal dibagi menjadi 4 zona yaitu zona inlet, zona outlet, zona lumpur, dan zona pengendapan. Ada 3 bentuk dasar dari bak pengendapan yaitu rectangular, circular, dan square. Ada beberapa cara untuk meningkatkan performa dari proses sedimentasi, antara lain:

- Peralatan aliran laminar yang meningkatkan performa dengan membuat kondisi aliran mendekati kondisi ideal. Alat yang digunakan antara lain berupa tube settler ataupun plate settler yang dipasang

pada outlet bak. Alat tersebut meningkatkan penghilangan padatan karena jarak pengendapan ke zona lumpur berkurang, sehingga surface loading rate berkurang dan padatan mengendap lebih cepat.

- Peralatan solid-contact yang didesain untuk meningkatkan efisiensi flokulasi dan kesempatan yang lebih besar untuk partikel berkontak dengan sludge blanket sehingga memungkinkan pembentukan flok yang lebih besar.

2.11.6 Filtrasi

Filtrasi adalah proses pemisahan padatan dan larutan, dimana larutan tersebut dilewatkan melalui suatu media berpori atau materi berpori lainnya untuk menyisihkan partikel tersuspensi yang sangat halus sebanyak mungkin. Proses ini digunakan pada instalasi pengolahan air minum untuk menyaring air yang telah dikoagulasi dan diendapkan untuk menghasilkan air minum dengan kualitas yang baik. Filtrasi dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa jenis filter, antara lain: saringan pasir lambat, saringan pasir cepat, bahkan dengan menggunakan teknologi membran. Pada pengolahan air minum umumnya dipergunakan saringan pasir cepat, karena filter jenis ini memiliki debit pengolahan yang cukup besar, penggunaan lahan yang tidak terlalu besar, biaya operasi dan pemeliharaan yang cukup rendah, dan tentunya kemudahan dalam pengoperasian dan pemeliharaan.

2.11.7 Desinfeksi

Desinfeksi adalah proses pengolahan air dengan tujuan membunuh kuman atau bakteri yang ada didalam air. Proses desinfeksi dilakukan sebelum air didistribusikan sehingga air menjadi aman untuk dikonsumsi. Pada era modern ini proses desinfeksi dilakukan berdasarkan beberapa jenis, dapat dijelaskan seperti berikut:

a. Jenis-jenis Desinfeksi

1. Desinfeksi Kimiawi

Desinfektan yang paling sering digunakan adalah kaporit ($\text{Ca}(\text{OCl})_2$) dan gas chlor (Cl_2). Pada proses desinfeksi menggunakan kaporit. Sebagai suatu proses kimia yang menyangkut reaksi antara biomassa mikroorganisme perlu dipenuhi 2 syarat : Dosis yang cukup, Waktu kontak yang cukup, minimum 30 menit. Selain itu diperlukan proses pencampuran yang sempurna agar desinfektan benar-benar tercampur. Desinfeksi menggunakan ozon lazim digunakan untuk desinfeksi hasil pengolahan *waste water treatment*.

2. Desinfeksi fisik

Desinfeksi menggunakan ultraviolet lebih aman daripada menggunakan klor yang beresiko membentuk trihalometan yang bersifat karsinogenik, tetapi jika digunakan ultraviolet sebagai desinfektan maka instalasi distribusi harus benar-benar aman dan menjamin tidak akan ada kontaminasi setelah desinfeksi. Apabila kontaminan masuk setelah air didesinfeksi, maka kontaminan tersebut akan tetap

berada dalam air dan sampai ke tangan konsumen. Selain itu, biaya yang diperlukan juga lebih besar dibandingkan dengan desinfeksi menggunakan kaporit. Umumnya desinfeksi dilakukan sesaat sebelum air didistribusikan kepada konsumen.

2.11.8 Reservoir

Reservoir adalah tanki penyimpanan air yang berlokasi pada instalasi. Air yang sudah diolah disimpan pada tanki ini untuk kemudian ditransfer ke sistem distribusi. Desain dari reservoir meliputi pemilihan dari ukuran dan bentuknya, pertimbangan lain meliputi proteksi terhadap air yang disimpan, proteksi struktur reservoir, dan proteksi pekerja pemeliharaan reservoir. Reservoir terdiri dari dua jenis yaitu ground storage reservoir dan elevated storage reservoir. Ground storage reservoir biasa digunakan untuk menampung air dengan kapasitas besar dan membutuhkan pompa dalam pengoperasiannya, sedangkan elevated storage reservoir menampung air dengan kapasitas relative lebih kecil dibandingkan ground storage reservoir dan dalam pengoperasian distribusinya dilakukan dengan gravitasi. Kapasitas reservoir untuk kebutuhan air bersih dihitung berdasarkan pemakaian dalam 24 jam (mass diagram). Selain untuk kebutuhan air bersih, kapasitas reservoir juga meliputi kebutuhan air untuk operasi instalasi dan kebutuhan air pekerja instalasi.

Kriteria Desain

- Jumlah unit atau kompartemen > 2
- Kedalaman (H) = (3 – 6) m
- Tinggi jagaan (Hj) > 30 cm
- Tinggi air minimum (Hmin) = 15 cm
- Waktu tinggal (td) > 1 jam

2.11.9 Pompa Air

Pompa adalah alat yang digunakan untuk memindahkan cairan (fluida) dari suatu tempat ke tempat yang lain, melalui media pipa (saluran) dengan cara menambahkan energi pada cairan yang dipindahkan dan berlangsung terus menerus. Pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antara bagian hisap (suction) dan bagian tekan (discharge).

Perbedaan tekanan tersebut dihasilkan dari sebuah mekanisme misalkan putaran roda impeler yang membuat keadaan sisi hisap nyaris vakum. Perbedaan tekanan inilah yang mengisap cairan sehingga dapat berpindah dari suatu reservoir ke tempat lain.

a. Kriteria Pompa Air Baku

- kapasitas pompa air baku (10–20) % lebih besar dan kapasitas rencana unit paket instalasi pengolahan air;
- pompa cadangan minimal 1buah;

- masing-masing pompa cadangan harus mempunyai jenis, tipe, dan kapasitas yang sama

b. Jenis dan Tipe Pompa Air Baku

- Jenis sentrifugal dari jenis aliran axial atau aliran campuran, tipe tidak mudah tersumbat (*non clogging*) dengan ketentuan sebagai berikut: 1). memperhitungkan jarak dari sumbu pompa terhadap muka air terendah harus lebih kecil dari npsH yang tersedia (*net positive suction head*); 2). pompa air baku sampai tekanan 30 m harus mempunyai impeller tunggal (*single stage*); 3). tumpuan putaran pompa menggunakan pelumas.
- Jenis pompa benam (*submersible pump*) dengan persyaratan: 1). dilengkapi dengan sistem *guiding bar* dan pinstalasi pengolahan air untuk discharge lengkap dengan fitting dan bend 90° medium untuk sambungan ke instalasi pengolahan air transmisi air baku; 2). menyediakan kabel khusus pompa benam yang sesuai dengan uluran dan daya motor pompa terpasang. Bila memerlukan penyambungan dalam air, harus diberi isolasi khusus; 3). dilakukan pengamanan pompa sekurang-kurangnya pengamanan terhadap kelembaban ruang dalam pompa dan suhu tinggi.

2.12 Sistem pengolahan PDAM

PDAM merupakan badan usaha milik pemerintah dengan wewenang melaksanakan perusahaan pelayanan air bersih terhadap masyarakat.

Dalam hal ini, sistem distribusi air bersih yang memberi pelayanan langsung kepada konsumen berada dalam tanggung jawab pengelolaan PDAM. Beberapa factor yang sangat berpengaruh dalam pengelolaan air bersih PDAM yaitu:

1. Keadaan Topografi dan Geografi

Keadaan topografi sangat mempengaruhi dimana instalasi pengolahan air, pompa-pompa dan tangka-tangki distribusi harus diletakkan, yang akan berpengaruh terhadap pengoperasiaan system tersebut. Keadaan topografi memepengaruhi lokasi dan jarak relative sumber air dan distribusi kebutuhan air. Faktor lain yang mempengaruhi tata letak ini penyebaran penduduk dan kegiatan perkotaan, serta lokasi sumber-sumber air baku, factor tersebut sangat mempengaruhi dalam proses pengambilan keputusan dan perencanaan dan perancangan system air bersih, biaya pelayanan dan cara pengelolaan tersebut.

2. Perencanaan Sumber Air Baku

Indikator kualitas lingkungan yang secara langsung mempengaruhi kinerja pelayanan air bersih adalah pencemaran air tanah serta penurunan muka air. Pencemaran air permukaan dan air tanah merupakan konsekuensi dan industilisasi, urbanisasi, tidak adanya system sanitasi yang memadai serta kurangnya usaha penegakan hokum untuk mengendalikan lingkungan.

3. Produktivitas

Produktivitas adalah angka rata-rata dari jumlah pelanggan yang dilayani dibagi jumlah karyawan. Hal ini mengukur efektifitas karyawan dalam memberikan pelayanan kepada pelanggan. Semakin besar jumlah pelanggan yang dilayani seorang karyawan, semakin tinggi produktivitas perusahaan air bersih tersebut. Distribusi karyawan pada berbagai bagian harus diperhatikan untuk melihat bahwa setiap fungsi didalam perusahaan ditangani secara benar.

4. Rendahnya Tarif Dasar Air Bersih

Struktur tarif menunjukkan pemerataan biaya pelayanan diantara kelompok pengguna. Peraturan tarif harus didasarkan pada kebutuhan keuangan dari perusahaan air bersih serta dampak social dan ekonomi kepada masyarakat. Rendahnya harga air tidak dapat menjaga pengembangan system, sehingga tingkat pelayanan tidak dapat ditingkatkan dan PDAM tidak dapat mandiri.

5. Jumlah Air yang tidak Terhitung masih Tinggi

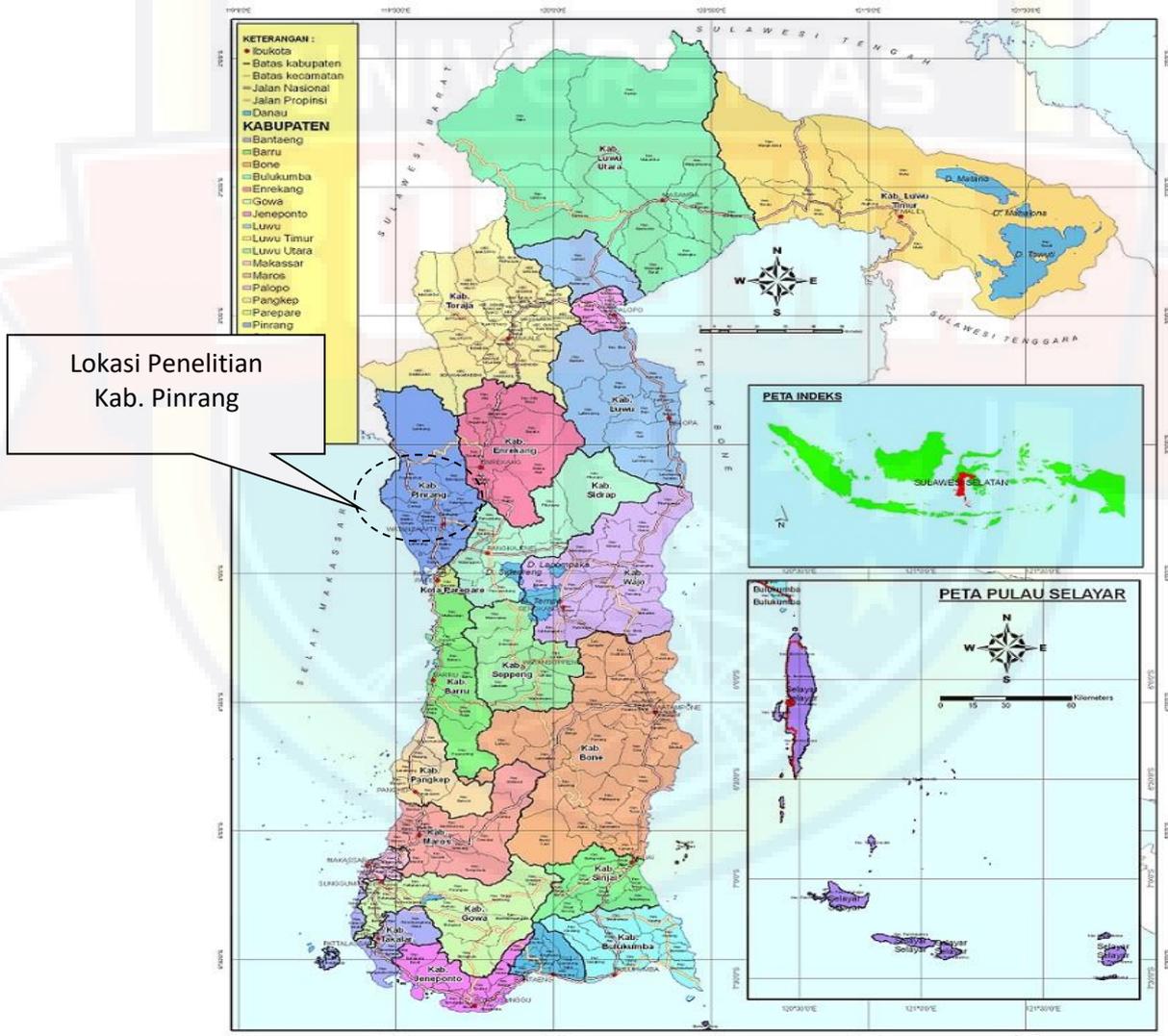
Air yang tidak terhitung menunjukkan kurang efektifnya distribusi air, baik dari aspek Teknik maupun administrasi. Kehilangan air yang disebabkan oleh kebocoran menunjukkan kurang efektifnya program pemeliharaan, sementara sambungan liar dan tunggakan menunjukkan kurang efektifnya administrasi pelayanan pelanggan.

BAB III

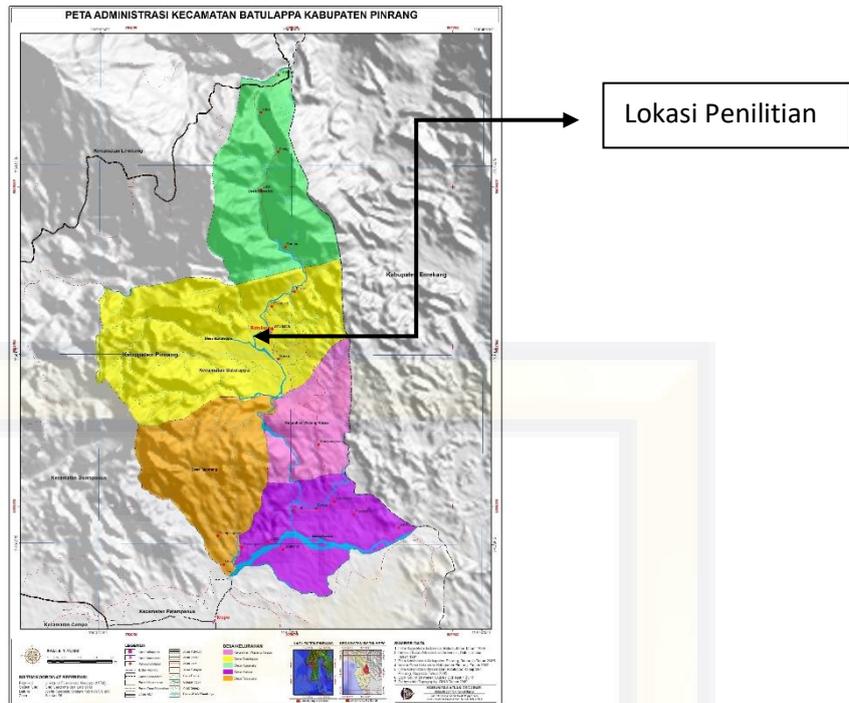
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Penelitian tugas akhir ini berlokasi di Desa Batulappa, Kecamatan Batulappa, Kabupaten Pinrang Provinsi Sulawesi Selatan.



Gambar 3.1 Peta Administrasi Provinsi Sulawesi Selatan



Gambar 3.2 Peta Administrasi Kabupaten Pinrang

3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam perencanaan penelitian di instalasi pengolahan air bersih Kab. Pinrang ini terdiri dari:

Tahapan-tahapan penelitian disajikan pada gambar 3.3, secara rinci dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Studi Pustaka

Tahap studi pustaka yaitu mengumpulkan dan mempelajari bahan-bahan yang berhubungan dengan masalah-masalah yang diteliti. Bahan-bahan tersebut berupa bahan yang didapat dari tulisan-tulisan ilmiah, diktat-diktat, buku-buku maupun internet yang berkaitan dengan masalah yang diteliti. Dalam hal ini data yang diperoleh berupa literatur mengenai hal-hal yang berkaitan dengan masalah yang akan dibahas.

2. Pengumpulan Data

Tahap ini merupakan tahap pengumpulan data-data yang berhubungan dengan analisa kebutuhan air. Beberapa data yang dikumpulkan yaitu :

- a) Data jumlah penduduk untuk kecamatan Batulappa
- b) Data fasilitas-fasilitas kota yang tersedia di setiap Kecamatan Batulappa
- c) Peta-peta administrasi dan data penunjang lainnya.
- d) Pengambilan data eksisting di PDAM Tirta Sawitto Kabupaten Pinrang

3. Pengolahan Data

Dalam tahap ini yang dilakukan adalah mengolah data yang sudah didapat untuk dijadikan data awal dalam melakukan analisa dan perhitungan. Perhitungan yang dilakukan berkaitan dengan analisa kebutuhan air bersih yaitu kebutuhan air domestik dan kebutuhan air non domestik pada kondisi sekarang dan yang akan datang di Kecamatan Batulappa Kabupaten Pinrang. serta membuat perhitungan dan merencanakan bak penampung / reservoir beserta dengan Instalasi Pengolahan Air.

4. Analisis dan Pembahasan

Sebelum dilakukan perhitungan, terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan data-data yang sudah dikumpulkan apakah sudah sesuai dengan data yang sebenarnya atau tidak. Setelah semua data diperiksa, maka dilakukan perhitungan. Adapun tahapan perhitungan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- a) Perhitungan proyeksi penduduk di kecamatan Batulappa, Kabupaten Pnrang.
- b) Analisa kebutuhan air bersih yaitu kebutuhan air domestik dan kebutuhan air non domestik
- c) Perencanaan Instalasi Pengolahan Air (IPA) Tirta Sawitto
- d) Perencanaan bak penampung / reservoir
- e) Skema eksisting dan rencana PDAM Tirta Sawitto Kabupaten Pnrang.

5. Kesimpulan dan Saran

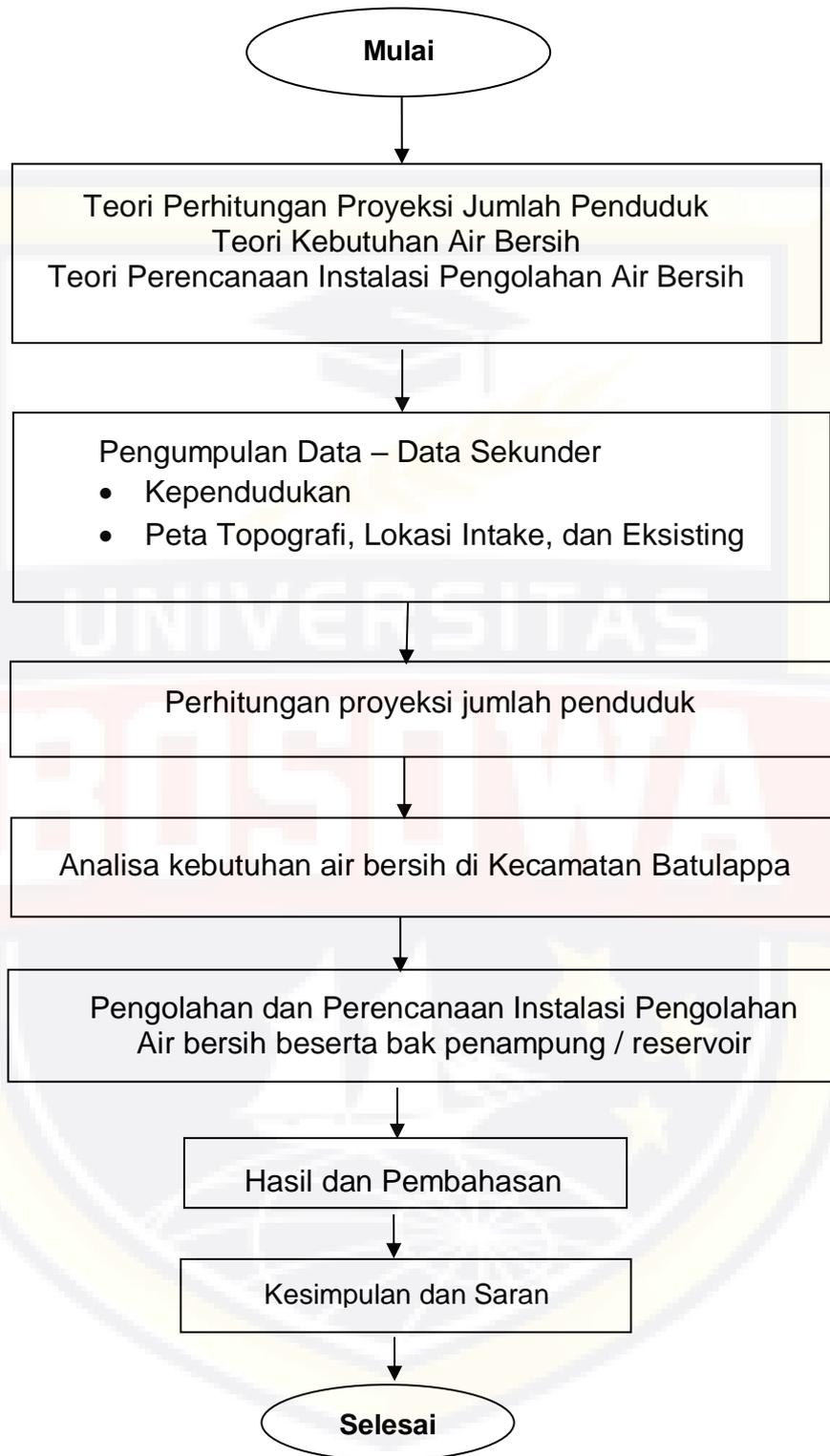
Penarikan kesimpulan akan dilakukan setelah dibuat kesimpulan awal dan diskusi dari hasil pengolahan data. Setelah ditarik kesimpulan, dilanjutkan dengan memberikan saran mengenai kebutuhan air bersih untuk Kecamatan Batulappa, Kabupaten Pnrang.

6. Pelaporan Perencanaan

Dari seluruh langkah-langkah yang telah dilakukan, dimulai dari studi literatur, pengumpulan data, pengolahan data, analisa dan perhitungan, maka selanjutnya adalah melakukan perangkuman dari seluruh data-data yang telah dihasilkan. Data-data yang telah dirangkum dan disusun tersebut selanjutnya dibuat ke dalam bentuk tulisan yang disebut laporan akhir (skripsi). Hasil dari skripsi ini selanjutnya dipaparkan.

UNIVERSITAS

BOSOWA



Gambar 3.3 Flow Chart

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Pertumbuhan Penduduk dan Kebutuhan Air

4.1.1. Analisa Pertumbuhan Penduduk Kec.Batulappa

Perkembangan jumlah penduduk Kec.Batulappa dari tahun 2014 – 2018 adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1
Perkembangan Penduduk di Kecamatan Batulappa
Priode Tahun 2014-2018

No	Desa/Kelurahan	Jumlah Penduduk				
		2014	2015	2016	2017	2018
1	Tapporang	1647	1659	1661	1283	1693
2	Kassa	3394	3419	3445	3469	3491
3	Watang Kassa	1089	1098	1106	1114	1121
4	Batulappa	1639	1651	1663	1665	1685
5	Kaseralau	2111	2126	2142	2157	2171
Jumlah		9880	9953	10017	9688	10161

Sumber: BPS Kab.Pinrang

Untuk menghitung presentase jumlah kenaikan penduduk per tahun dihitung secara rata – rata, dipergunakan rumus :

1. Metode Geometrik

P_t = jumlah penduduk tahun ke n ($n = 5$)

P_0 = jumlah penduduk tahun 0 (2012)

t = Rentang waktu antara P_0 dan P_t (tahun)

r = laju pertumbuhan penduduk rata-rata tiap tahun (%)

$$\text{Jadi : } r = \left(\frac{P_t}{P_0} \right)^{\frac{1}{t}} - 1$$

$$: r = \left(\frac{40.705}{39.218} \right)^{\frac{1}{4}} - 1$$

$$: r = 0,0095 = 0,93 \%$$

Jadi : jumlah penduduk 2014 = 9.880 org

: jumlah penduduk 2019 = $P_0 (1 + r)^t$

: Jumlah penduduk 2019 = $9.880 (1+0.93\%)^5$

$$= 20.231 \text{ org}$$

2. Metode Aritmetik

P_n = Jumlah penduduk yang akan dihitung

P_t = Jumlah penduduk tahun ke t (jiwa)

P_0 = jumlah penduduk tahun ke 0 (jiwa)

q = pertumbuhan penduduk rata-rata setiap tahun (%)

n = Rentang waktu antara P0 dan Pt (tahun)

$$\text{Jadi : } q = 1/n (P_t / P_0 - 1)$$

$$\text{: } q = \frac{1}{4} ((10.161/9880)-1)$$

$$\text{: } q = 0,0071 = 0.071\%$$

$$\text{Jadi : jumlah penduduk 2013} = 9880 \text{ org}$$

$$\text{jumlah penduduk 2018} = P_0 (1 + n.q)$$

$$\begin{aligned} \text{: Jumlah penduduk 2018} &= 9880 (1+(0.71\%*5)) \\ &= 10.231 \text{ org.} \end{aligned}$$

Perhitungan selanjutnya untuk pertambahan jumlah penduduk sesudah tahun 2018 sampai dengan 2038 menurut metode geometric dan aritmetik dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 4.2
Proyeksi Penduduk Kecamatan Batulappa

No	Tahun	Jumlah Proyeksi Penduduk (orang)	
		Aritmatik	Geometrik
1	2	3	4
1	2019	10231	10232
2	2020	10307	10307
3	2021	10373	10374
4	2022	10032	10033
5	2023	10522	10523
6	2024	10595	10596
7	2025	10673	10674
8	2026	10742	10743

No	Tahun	Jumlah Proyeksi Penduduk (orang)	
		Aritmatik	Geometrik
9	2027	10389	10390
10	2028	10896	10897
11	2029	10972	10973
12	2030	11053	11054
13	2031	11124	11125
14	2032	10758	10760
15	2033	11284	11285
16	2034	11362	11364
17	2035	11446	11448
18	2036	11519	11521
19	2037	11141	11143
20	2038	11685	11687

4.2. Analisa Kebutuhan Air

Dalam upaya melakukan perkiraan terhadap kebutuhan air di masa-masa yang akan datang, maka dipengaruhi oleh faktor jenis kebutuhan air, jumlah pemakaian air dan jumlah kebutuhan air tiap pemakaian.

Jenis kebutuhan air untuk pelayanan air bersih PDAM Tirta Sawitto dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- a. Kebutuhan Air Untuk Rumah Tangga (Domestik), meliputi sambungan rumah saja seperti rumah tinggal dan rumah makan.

- b. Kebutuhan Air Untuk Industri dan Usaha (Non Domestik), meliputi kebutuhan untuk pabrik dan industry-industri kecil yang lain yang ada di Kabupaten Barru.
- c. Kebutuhan Air Untuk Instansi Pemerintah, adalah kebutuhan air untuk fasilitas pemerintah meliputi perkantoran, pendidikan / sekolah-sekolah dan kebutuhan air untuk fasilitas kesehatan yakni rumah sakit/puskesmas
- d. Kebutuhan Air Untuk Sosial, adalah kebutuhan air untuk fasilitas-fasilitas social seperti Masjid/Musallah, Gereja serta rumah Ibadah yang lain.
- e. Air untuk Fasilitas Umum, yaitu kebutuhan air untuk masyarakat umum seperti bak umum, dll Proyeksi kebutuhan air dapat dilihat pada tabel 4.7

Tabel 4.3 Rekapitulasi Perhitungan Kebutuhan Air Penduduk Kecamatan di Kabupaten Pinrang Proyeksi Sampai Tahun 2038

No	Kode	Uraian	Satuan	Kebutuhan Air Bersih																			Ket	
				Tahun																				
				2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037		2038
1	a	Proyeksi Jumlah Penduduk	org	10,232	10,307	10,374	10,033	10,523	10,596	10,674	10,743	10,390	10,897	10,973	11,054	11,125	10,760	11,285	11,364	11,448	11,521	11,143	11,687	Tabel
2	b	Tingkat Pelayanan	%	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	Tabel
3		Rasio Pelayanan																						
	c	- Sumbungan Rumah (SR)	%	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	Tabel
	d	- Kran Umum (KU) / Hidran Umum (HU)	%	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	Tabel
4		Kebutuhan Domestik (Rumah Tangga)																						
	e	- Sumbungan Rumah (SR)	lt/Org/Hr	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	SNI
	f	- Kran Umum (KU) / Hidran Umum (HU)	lt/Org/Hr	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	SNI
5	g	Jumlah Jiwa Per SR	Org	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	SNI
6	h	Jumlah Jiwa Per KU/HU	Org	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	SNI
7	i	Kebutuhan Non Domestik	%	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	Tabel
8	j	Prosentase Kehilangan Air	%	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	SNI
9	k	Jam Operasi	Jam	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	SNI
10	l	Total Kebutuhan Air	lt/dt	11.79	11.88	11.96	11.57	12.13	12.21	12.30	12.38	11.98	12.56	12.65	12.74	12.82	12.40	13.01	13.10	13.20	13.28	12.85	13.47	$q + t + u$
	m	- Jumlah Penduduk Terlayani	Org	8,185	8,246	8,299	8,026	8,418	8,477	8,539	8,594	8,312	8,718	8,778	8,843	8,900	8,608	9,028	9,091	9,158	9,217	8,914	9,349	$b\% \times a$
	n	- Jumlah SR	Org	1,637	1,649	1,660	1,605	1,684	1,695	1,708	1,719	1,662	1,744	1,756	1,769	1,780	1,722	1,806	1,818	1,832	1,843	1,783	1,870	m / g
	o	- Rasio SR	Org	6,548	6,597	6,639	6,421	6,735	6,781	6,831	6,875	6,650	6,974	7,023	7,075	7,120	6,886	7,223	7,273	7,326	7,374	7,131	7,480	$c\% \times m$
	p	- Rasio KU/HU 5 %	Org	409	412	415	401	421	424	427	430	416	436	439	442	445	430	451	455	458	461	446	467	$d\% \times m$
	q	- Kebutuhan Air Domestik	lt/dt	7.86	7.92	7.97	7.71	8.09	8.14	8.20	8.26	7.98	8.37	8.43	8.50	8.55	8.27	8.67	8.73	8.80	8.85	8.56	8.98	$r + s$
	r	* Sumbungan Rumah (SR)	lt/dt	7.58	7.64	7.68	7.43	7.79	7.85	7.91	7.96	7.70	8.07	8.13	8.19	8.24	7.97	8.36	8.42	8.48	8.53	8.25	8.66	$o \times e / (k \times 60 \times 60)$
	s	* KU/HU	lt/dt	0.28	0.29	0.29	0.28	0.29	0.29	0.30	0.30	0.29	0.30	0.30	0.31	0.31	0.30	0.31	0.32	0.32	0.32	0.31	0.32	$p \times f / (k \times 60 \times 60)$
	t	- Kebutuhan Non Domestik	lt/dt	1.97	1.98	1.99	1.93	2.02	2.04	2.05	2.06	2.00	2.09	2.11	2.12	2.14	2.07	2.17	2.18	2.20	2.21	2.14	2.25	$i\% \times q$
	u	- Kehilangan Air	lt/dt	1.97	1.98	1.99	1.93	2.02	2.04	2.05	2.06	2.00	2.09	2.11	2.12	2.14	2.07	2.17	2.18	2.20	2.21	2.14	2.25	$j\% \times (r + s + t)$
11	v	Faktor Hari Maksimum		1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	tabel	
12	w	Kebutuhan Harian Maksimum	lt/dt	12.97	13.07	13.15	12.72	13.34	13.44	13.54	13.62	13.18	13.82	13.91	14.02	14.11	13.64	14.31	14.41	14.52	14.61	14.13	14.82	$v \times i$
13	x	Faktor Jam Puncak		1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	tabel	
14	y	Kebutuhan Jam Puncak	lt/dt	17.69	17.82	17.94	17.35	18.20	18.32	18.46	18.58	17.97	18.84	18.97	19.11	19.24	18.61	19.51	19.65	19.79	19.92	19.27	20.21	$X \times i$
			m ³ /dt	0.018	0.018	0.018	0.017	0.018	0.018	0.018	0.019	0.018	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.020	0.020	0.020	0.020	0.019	0.020	$y/1000$
15	z	Volume Reservoir 15 % Kebutuhan Jam Puncak	m ³	229.29	230.99	232.47	224.84	235.81	237.45	239.21	240.75	232.84	244.21	245.91	247.72	249.32	241.13	252.90	254.66	256.54	258.19	249.71	261.90	$15\% \times y / ((k \times 60 \times 60) / 1000)$

Sumber : Hasil Analisis

4.3. Perhitungan Reservoir (Bak Penampung)

Bak penampung air bersih diperlukan sebelum air dipompa untuk didistribusikan. Bak penampung direncanakan mampu menampung 15% dari kebutuhan air yang ada.

Sehingga dengan kebutuhan air sebesar 50 liter/dt dan rencana pelayanan selama 24 jam, maka didapatkan dimensi bak penampung sebagai berikut :

Data :

$$Q = 50 \text{ liter/dt}$$

$$\text{Vol.} = 15\% * (50 * 24 * 60 * 60)$$

$$= 648000 \text{ liter}$$

$$= 648 \text{ m}^3 \text{ (kapasitas / volume bak penampung yang diperlukan)}$$

Sehingga direncanakan dimensi bak penampung, sebagai berikut :

$$b = 15 \text{ m (lebar bak penampung)}$$

$$p = 15 \text{ m (panjang bak penampung)}$$

$$h = 3 \text{ m (tinggi/kedalaman bak penampung)}$$

$$\text{Vol} = b * p * h$$

$$= 15 * 15 * 3$$

$$= 675 \text{ m}^3 \text{ (kapasitas / volume bak penampung)} > 648 \text{ m}^3$$

4.4. Perhitungan Pelat dasar dan dinding

a) Pelat Dasar

Berat sendiri pelat dasar	:	$0,25 \times 24 = 6 \text{ kN/m}^2$
Berat Mati terfaktor	:	$1,2 \times 6 = 7,2 \text{ kN/m}^2$
Beban Air	:	$1 \times 10 = 10 \text{ kN/m}^2$
Beban Air Terfaktor	:	$1,6 \times 10 = 16 \text{ kN/m}^2$
Beban Total Terfaktor	:	$7,2 \text{ kN/m}^2 + 16 \text{ kN/m}^2 = 23,2 \text{ kN/m}^2$

b) Dinding

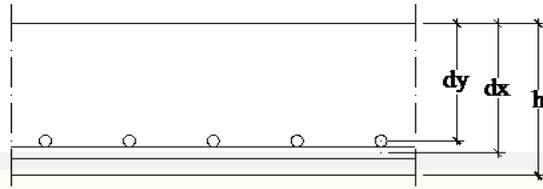
Tekanan Hidrostatik	:	$0,5 \times 3,75 \times 3,5 \times 10 = 65,625 \text{ kN/m}^2$
---------------------	---	--

Tabel 4.4 Analisis Perhitungan Penulangan Pelat Reservoir

Pelat Beton	Arah	L (m)	Mu (kNm)	h (mm)	D.Renc (mm)	d' (mm)	dx (mm)	dy (mm)	Penulangan Pokok Pelat				
									P maks (mm ²)	P Min (mm ²)	As Perlu (mm ²)	Tulangan Pakai	As Pakai (mm ²)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Pelat Dinding	Arah-X	3	20,081	200	10	20	180,0	160,0	0,0484	0,0058	1050,00	D 12 - 100	1130,40
	Arah-Y	3	14,766	200	10	20	180,0	160,0	0,0484	0,0058	933,33	D 12 - 100	1017,36
Pelat Lantai	Arah-X	3	5,220	250	12	31	219,0	188,0	0,0645	0,0058	1277,50	D 12 - 80	1356,48
	Arah-Y	3	5,220	250	12	31	219,0	188,0	0,0645	0,0058	1096,67	D 12 - 100	1130,40

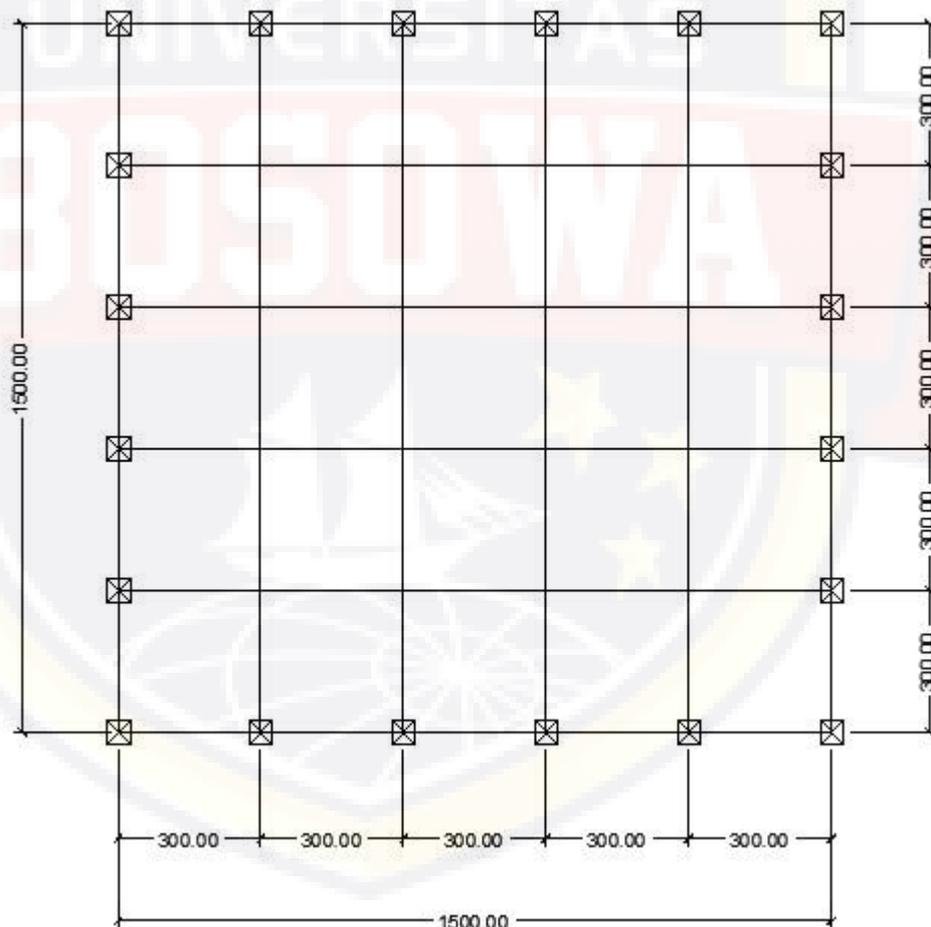
Keterangan:

1. Pelat yang ditinjau
2. Arah Tinjauan Pelat
3. L= Bentang Pelat
4. Mu= Momen Ultimit
5. H= Tebal pelat
6. Diameter tulangan Rencana
7. $d' = pd + \frac{1}{2} D.\text{renc}$, $pd = 25 \text{ mm}$ (pelat dasar)
8. $dx = h - d'$
9. $dy = dx - d'$



Gambar 4.1 Keterangan Gambar Arah Tulangan

10. $\rho_{maks} = 0,75 \times \rho_b$, $\rho_b = 0,85 \times \beta_1 \times (f'_c/f_y \times (600/(600+f_y)))$,
 $\beta_1 = 0,85$
11. $\rho_{min} = 1,4/f_y$
12. As Perlu = $\rho_{min} \times b \times d_x$
13. Tulangan pokok terpakai



Gambar 4.2 Rencana Ukuran Reservoir

4.5. Spesifikasi Teknis Instalasi Pengolahan Air (PT.Maswandi)

Instalasi pengolahan air pada dasarnya merupakan prinsip klasik dalam bidang pengolahan air tapi dengan terapan teknologi yang maju, maka instalasi ini menjadi lebih kompak dan sanggup mengolah air dengan nilai angka kekeruhan yang tinggi juga mampu menurunkan warna yang diakibatkan oleh zat organik yang dikandung, akan tetapi instalasi pengolahan air ini tidak dirancang dan dibuat untuk mengolah air asin dan air payau.

Kemampuan Instalasi :

- a) Dapat mengolah air dengan standar kualitas air bersih sesuai dengan peraturan menteri kesehatan RI Nomor: 907/MENKES/SK/VII/2002 tentang kualitas air minum.
- b) Pengoperasiannya mudah
- c) Penerapan teknologi yang cukup baik dalam perawatan
- d) Untuk pencucian filter tidak menggunakan pompa atau lainnya
- e) Mampu mengolah air dengan tingkat kekeruhan dan warna yang cukup tinggi dengan batasan kekeruhan air baku yang dapat diolah 800 ppm SIO₂.
- f) Sedangkan proses pengolahan air sebagai berikut:
 - 1) Pengaturan pH
 - 2) Koagulasi

- 3) Flokulasi
- 4) Sedimentasi
- 5) Filtrasi
- 6) Koreksi pH
- 7) Chlorinasi

Instalasi pengolahan air dirancang dengan teknologi tepat guna yang dapat dioperasikan dengan mudah, sistem yang dirancang dengan cara gravitasi yang dimensinya sesuai perhitungan yang mengacu pada SNI 19-6774-2002 (tentang tata cara perencanaan paket unit IPA) bentuk unit IPA adalah persegi panjang dan mempunyai urutan sebagai berikut:

- a) Koagulasi
- b) Flokulasi
- c) Sedimentasi
- d) Filtrasi

Jika dilihat dari urutan tersebut maka proses ini dapat dinamakan proses pengolahan lengkap

4.6. Teknik Proses Pengolahan

4.6.1 Proses koagulasi

Proses koagulasi adalah proses pertama yang mana pada proses ini air baku yang akan diolah dicampur dengan bahan koagulan yaitu alum

sulfat (tawas) dan diharapkan proses ini terjadi pencampuran yang sempurna antara air baku dengan bahan koagulan. Hal ini sangat diperlukan karena bahan yang terlarut didalam air baku (tersuspensi) akan dirubah bentuk fisiknya menjadi partikel-partikel yang cukup berat (koloidal), dan bilamana pH air baku turun akibat pencampuran alum sulfat maka ditambahkan soda ash agar pH kembali normal. Dalam proses ini dapat dikatakan pengadukan secara cepat (flash mixing) dan dapat bekerja secara gravitasi.

Tabel 4.5 Tabel Kriteria Proses Koagulasi

Uraian	Spesifikasi
Type	Hidrolis (pipe line mixing/pengaduk statis)
Waktu pengadukan	1-4 detik
Nilai Gradient Kecepatan	> 750/detik
Kecepatan aliran	1,0-3,0 m/detik
bentuk	Pipa yang di dalamnya terdapat sekat atau baffle dan terdapat lubang injeksi untuk pompa closing sebanyak 3 buah

Sumber : Spesifikasi Teknis IPA Kaps. 50 lt/det (*PT. Waswandi*)

4.6.2 Proses Flokulasi

Proses flokulasi adalah proses pengaduk lambat yang bertujuan untuk membentuk partikel yang dihasilkan oleh proses koagulasi menjadi berat dan besar.

Kriteria proses flokulasi adalah:

Tabel 4.6 Kriteria Proses Flokulasi

Uraian	Spesifikasi
Type	Hidrolis / up and down flow / helicoidal
Bentuk Kompartemen	Hexagonal yang dibawah terdapat katup penguras lumpur, terdapat 6 buah bak hexagonal
Nilai Gradient Kecepatan	100 – 20 / detik (Tiap bak berbeda nilai gradiennya dengan maksud untuk memperlambat aliran)
Waktu Tinggal	20-40 Menit

Sumber : Spesifikasi Teknis IPA Kaps. 50 lt/det (*PT.Waswandi*)

4.6.3 Proses Sedimentasi

Proses sedimentasi adalah proses pengendapan partikel-partikel yang sudah dihasilkan oleh unit flokulasi (Berat dan Besar) diharapkan pada proses ini sudah terlihat perbedaan kualitas air baku yang diolah. Hal ini disebabkan adanya pengendapan dari hasil proses flokulasi sehingga sudah ada pemisah antara air dengan partikel. Untuk

mempercepat pengendapan dibantu dengan tube settler yang dipasang berlawanan dengan aliran dan dipasang dengan kemiringan 60°. Kriteria proses sedimentasi adalah:

Tabel 4.7 Kriteria Proses Sedimentasi

Uraian	Spesifikasi
Type dan Bentuk	Hidrolis / Aliran masuk horizontal, aliran keluar vertikal/persegi panjang
Media penyambung antara proses flokulasi dan proses sedimentasi	Manifold pipe yang disisi kiri dan kanannya terdapat lubang, dengan kriteria luas lubang di sisi kiri dan kanan pipa manifold, ini dimaksudkan agar aliran tetap laminar dan tidak turbulen dengan kecepatan aliran di dalam pipa manifold 0,1-0,25 m/dtk
Beban permukaan	1,0-4,0 m ³ /m ² /jam
Kemiringan tube settler	60°
Jarak antara tube settler	2,5 – 5 cm
Jarak minimum antara atas settler dengan tinggi air di unit sedimentasi	25-40 cm
Jarak minimum antara bawah settler dengan ruang lumpur	100 cm
Tinggi tube settler setelah dimiringkan	60-100 cm
Bilangan Reynold (Re)	<500

Bilangan Freud (Fr)	$>10^{-5}$
Pelimpah	Gutter dengan deretan V-notch
Pengurasan lumpur	Hidrostatik dengan daya tampung lumpur diruang lumpurnya 2-3 menit dari kapasitas produksi pake IPA
Waktu tinggal tidak termasuk ruang lumpur	> 25 menit
Tinggi paket IPA	2-6 Meter
Periode antara waktu pengurasan	12-24 Jam

Sumber : Spesifikasi Teknis IPA Kaps. 50 lt/det (*PT. Waswandi*)

4.6.4 Proses Filtrasi

Proses ini adalah proses terakhir, diharapkan pada proses sedimentasi semua partikel dapat diendapkan, akan tetapi ada beberapa partikel yang lolos karena terlalu ringan dan melayang dengan adanya partikel tersebut perlu adanya proses filtrasi untuk menjaga hasil air olahan memenuhi standard. Karena aliran gravitasi maka proses filtrasi ini menggunakan saringan pasri cepat terbuka dengan 2 media, yaitu media anrasit dan media pasir silica. Adapun kriteria proses filtrasi sebagai berikut:

Tabel 4.8 Kriteria Proses Filtrasi

Uraian	Spesifikasi	
Type	Gravitasi / saringan pasir cepat terbuka	
Jenis Media Filter	Antrasit dan Pasir Silika	
Kecepatan Penyaringan Media Filter	6 – 11 m ³ /m ² /jam	
Kecepatan penyaringan saat pencucian media filter	9 – 16,5 m ³ /m ² /jam	
Bentuk Kompartemen	Persegi Empat	
Media Pasir Jenis	Pasir Silica	Antrasit
-Tebal	300 mm	400 mm
-Es	0,3 – 0,7 mm	1,2 – 1,8 mm
- Uc	1,2 – 1,4	1,5
-Berat Jenis	2,5 – 2,65 kg/m ³	1,35kg/m ³
-Porositas	0,4	0,5

Sumber : Spesifikasi Teknis IPA Kaps. 50 lt/det (*PT. Waswandi*)

4.6.5 Bahan Baku

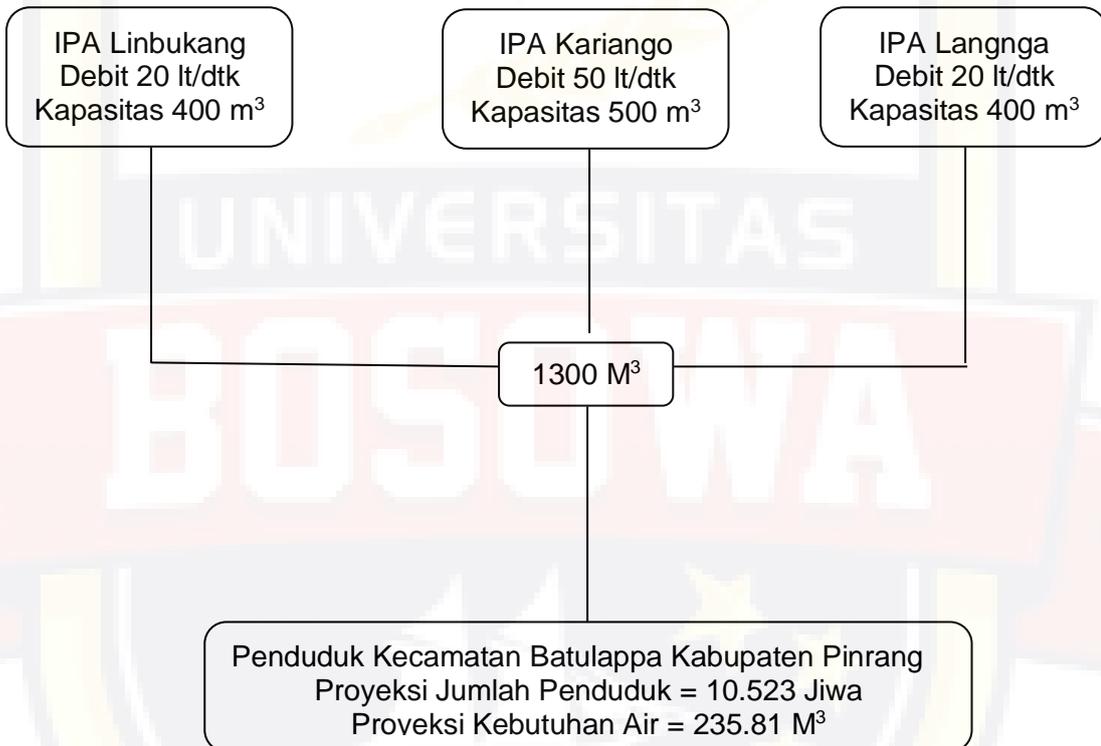
Bahan baku Unit Paket IPA Kapasitas 50 lt/det adalah plat baja mild steel SS.400 dengan ketebalan plat yang dipergunakan adalah 8 mm s/d 12 mm.

Skema Perencanaan Instalasi Pengolahan Air

PDAM Tirta Sawitto Kab. Pinrang

Perencanaan Tahun 2018-2023

Persentase pelayanan pelanggan 60 %



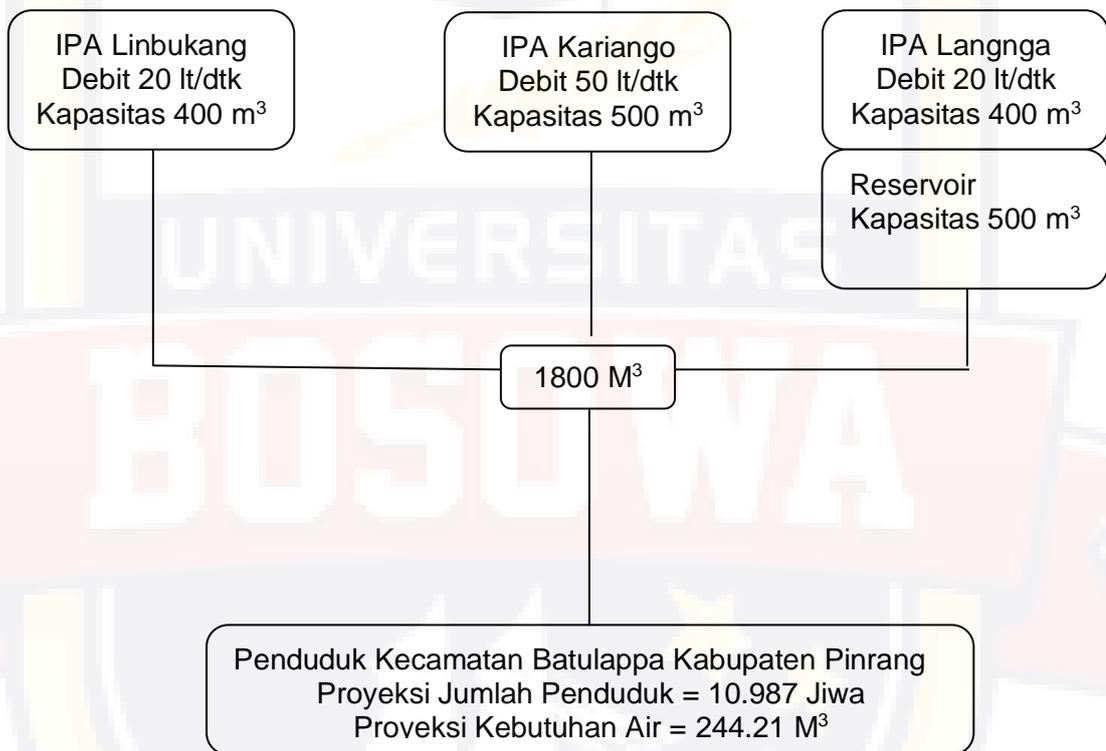
Gambar 4.3. Skema Perencanaan IPA Persentase 60 %

Skema Perencanaan Instalasi Pengolahan Air

PDAM Tirta Sawitto Kab. Pinrang

Perencanaan Tahun 2023-2038

Persentase pelayanan pelanggan 80 %



Gambar 4.4. Skema Perencanaan IPA Persentase 80 %

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Membantu PDAM Tirta Sawitto Kabupaten Pinrang untuk memprediksi jumlah penduduk dan kebutuhan air di Kabupaten Pinrang dari tahun 2018 sampai dengan 2038. serta meningkatkan penduduk yang terlayani oleh PDAM Tirta Sawitto pada tahun 2018 hanya 40% ditingkatkan menjadi 60% ditahun 2023 dengan prediksi jumlah penduduk sebesar 10.523 jiwa dan ditingkatkan lagi menjadi 80 % ditahun 2038 dengan prediksi jumlah penduduk 10.987 jiwa
2. Meningkatkan kapasitas produksi PDAM Tirta Sawitto dengan penambahan Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM di desa Batulappa Kecamatan Batulppa dengan kapasitas debit 50 lt/dtk. Sejak tahun 2018 dari debit 90 lt/dtk ditingkatkan menjadi 140 lt/dtk pada tahun 2018 serta penambahan reservoir di tahun 2023 dengan kapasitas 500 M³ sehingga total kapasitas di tahun 2038 adalah 1800 m³ dengan kebutuhan air penduduk di Kabupaten Pinrang adalah 244.21 m³

5.2 Saran

1. Rencana yang telah disusun dalam 10 tahun kedepan sebaiknya dilaksanakan sesuai dengan yang telah disepakati antara PDAM Tirta Sawitto dan instansi-instansi terkait.
2. Rencana pengembangan dan penambahan kapasitas sebaiknya bertahap setiap 5 tahun sekali.
3. Sebaiknya dilakukan kontrol lapangan oleh tenaga teknis PDAM Tirta Sawitto untuk mengatasi kebocoran/kehilangan air yang cukup besar ditiap tahunnya

DAFTAR PUSTAKA

- Aestetiwi Venusia, Nasfryzal Carlo, dan Hendri Warman 2011. ***Analisa Ketersediaan dan Kebutuhan Air Baku Di Kota Sungai Penuh***. Jurnal Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bung Hatta Padang.
- Daramasetiawan. (2004). ***Teori dan Perencanaan Instalasi Pengolah Air***. Jakarta: Ekamitra Engineering.
- Kodoatie, Robert J. dan Sjarief, Rustam. (2008). ***Pengelolaan Sumber Daya Air terpadu***. Andi, Yogyakarta.
- Mashuri, Manyuk Fauzi, Ari Sandhyavitri 2013. ***Kajian Ketersediaan dan Kebutuhan Air Baku Dengan Pemodelan Ihacres Di Daerah Aliran Sungai Tapung Kiri***. Jurnal Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau
- Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Kondruksi. ***Modul Hidrologi, Kebutuhan dan Ketersediaan Air***. Bandung
- Wilson.E.M. 1993. ***Hidrologi Teknik Edisi Keempat***. ITB Bandung.