



YAYASAN PENDIDIKAN DAYANG SUMBI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

Jl. PHH Mustapa 23, Bandung 40124 Indonesia, Telepon: +62-22-7272215 ext 157, Fax: 022-720 2892
Web site: <http://www.itenas.ac.id>, e-mail: pp@itenas.ac.id

SURAT KETERANGAN

**MELAKUKAN KEGIATAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
375/A.01/TL-FTSP/Itenas/VIII/2023**

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Dr. M. Rangga Sururi, S.T., M.T.
Jabatan : Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Itenas
NPP : 40909

Menerangkan bahwa,

Nama : Anisa Dwiputri
NRP : 252019011
Email : Annisadwiputri19@mhs.itenas.ac.id

Telah melakukan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat sebagai berikut:

Nama Kegiatan : Evaluasi Sistem Pasokan Air Minum dari Sumber hingga ke Instalasi Pengolahan Air (IPA) pada Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Cimahi Perusahaan Umum Daerah Air Minum Tirta Raharja Kabupaten Bandung
Tempat : Kota Cimahi
Waktu : Juli 2022-Agustus 2022
Sumber Dana : Mandiri

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

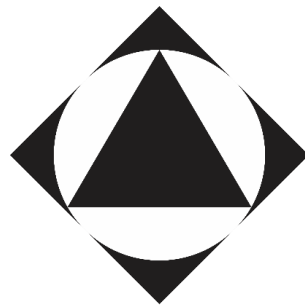
Bandung, 06 September 2023

Ketua Program Studi Teknik Lingkungan
Itenas,

(Dr. M. Rangga Sururi, S.T., M.T.)
NPP. 40909

**EVALUASI SISTEM PASOKAN AIR MINUM DARI SUMBER HINGGA KE
INSTALASI PENGOLAHAN AIR MINUM (IPA) PADA SISTEM PENYEDIAAN AIR
MINUM (SPAM) CIMAHI PERUSAHAAN UMUM DAERAH AIR MINUM TIRTA
RAHARJA KABUPATEN BANDUNG**

PRAKTIK KERJA



Oleh:

ANISA DWIPUTRI

252019011

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
BANDUNG**

2023

LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN PRAKTIK KERJA

EVALUASI SISTEM PASOKAN AIR MINUM DARI SUMBER HINGGA KE INSTALASI PENGOLAHAN AIR MINUM (IPA) PADA SISTEM PENYEDIAAN AIR MINUM (SPAM) CIMAHI PERUSAHAAN UMUM DAERAH AIR MINUM TIRTA RAHARJA KABUPATEN BANDUNG

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan
Mata Kuliah Praktik Kerja (TLA - 490) pada
Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Bandung

Disusun oleh :

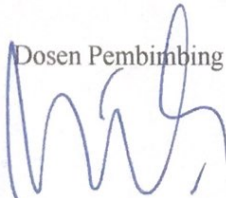
Anisa Dwiputri

25-2019-011

Bandung, 04 Mei 2023


Semester Genap 2022/2023

Mengetahui/Menyetujui



(Mila Dirgawati S.T., M.T., PhD)

NIP : 120050503



4/5/23

(Siti Ainur, S.T., S.Psi., M.Sc)

NIP : 120020123

Ketua Program Studi



Itenas

(Dr. M Rangga Sururi, S.T., M.T.)

NIP : 120040909

PRAKATA

Puji dan syukur Saya panjatkan kehadiran Allah SWT berkat rahmat yang telah diberikan sehingga Saya dapat menyusun laporan praktik kerja yang berjudul “Evaluasi Sistem Pasokan Air Minum dari Sumber hingga ke Instalasi Pengolahan Air pada Sistem Penyediaan Air Minum Cimahi Perusahaan Umum Daerah Air Minum Tirta Raharja Kabupaten Bandung”.

Tujuan penyusunan laporan ini adalah untuk melakukan evaluasi dan rekomendasi terhadap temuan yang tidak sesuai dengan standar dan peraturan yang berlaku. Saya selaku penyusun laporan dapat menyelesaikan laporan ini dengan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu Saya mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua dan keluarga yang selalu memberi dukungan agar Saya dapat menyelesaikan laporan praktik kerja ini dan melalui berbagai proses lainnya baik yang telah dilalui dan akan dilalui untuk menyelesaikan masa studi saya, sehingga di kemudian hari saya bisa menyandang gelar sarjana teknik;
2. Ibu Mila Dirgawati, S.T., M.T., PhD selaku dosen pembimbing praktik kerja yang telah memberi banyak ilmu dan pengetahuan serta telah membimbing dalam menyusun laporan praktik kerja ini;
3. Teman-teman yang selalu memberikan dukungan dan bantuan dalam menyelesaikan laporan praktik kerja ini;
4. Ibu Ayu, Pak Adrian, Pak Ate, dan Pak Atom selaku pembimbing lapangan yang telah membantu saya dalam mencari data-data yang diperlukan dalam laporan praktik kerja ini.

Laporan praktik kerja ini tentunya masih banyak kekurangan yang dapat diperbaiki, oleh karena itu diharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca agar saya selaku penyusun dapat memperbaiki kekurangan tersebut, dan menjadi lebih baik kedepannya. Diharapkan pula laporan praktik kerja ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bandung, Agustus 2023

Anisa Dwiputri

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PRAKATA	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1. Latar Belakang.....	I-1
1.2. Maksud dan Tujuan.....	I-2
1.2.1 Maksud.....	I-2
1.2.2 Tujuan	I-2
1.3. Ruang Lingkup.....	I-2
1.4. Waktu dan Tempat Pelaksanaan.....	I-3
1.4.1. Waktu	I-3
1.4.2. Tempat Pelaksanaan.....	I-3
1.5. Metode Pelaksanaan.....	I-3
1.5.1 Studi Literatur	I-5
1.5.2 Pengumpulan Data	I-5
1.5.3 Analisis Data.....	I-5
1.5.4 Kesimpulan dan Saran	I-6
1.6. Sistematika Penulisan	I-6
BAB II GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN.....	II-1
2.1. Gambaran Umum Perusahaan.....	II-1
2.1.1. Sejarah Perusahaan Umum Daerah Air Minum Tirta Raharja.....	II-1
2.1.2. Struktur Organisasi Perusahaan	II-4
2.1.3. Visi danp Misi	II-6
2.1.4. Kapasitas Produksi.....	II-7
2.2. Gambaran Umum Kota Cimahi	II-9
2.2.1. Letak Kota Cimahi.....	II-9
2.2.2. Kondisi Topografi	II-10
2.2.3. Kondisi Hidrologi	II-11
2.2.4. Kependudukan	II-12
BAB I STUDI LITERATUR	II-1

3.1.	Air	II-1
3.1.1.	Air Minum	III-1
3.1.2.	Air Baku.....	III-3
3.2.	Sistem Penyediaan Air Minum	III-7
3.2.1.	Unit Air Baku.....	III-7
3.2.2.	Unit Produksi	III-8
3.2.3.	Unit Distribusi.....	III-22
3.2.4.	Unit Pelayanan	III-22
3.3.	Rantai Pasok SPAM	III-23
3.3.1	Komponen Rantai Pasok.....	III-23
3.3.2	Lambang-lambang Komponen Rantai Pasok.....	III-23
BAB I HASIL PEMBAHASAN		IV-1
4.1	Rantai Pasok Air Minum pada SPAM Cimahi.....	IV-1
4.2	Sumber	IV-15
4.3	Sistem Transmisi.....	IV-18
4.4	Instalasi Pengolahan Air Cimahi.....	IV-20
4.4.1.	Unit Koagulasi	IV-21
4.4.2.	Unit Flokulasi.....	IV-25
4.4.3.	Unit Sedimentasi.....	IV-34
4.4.4.	Unit Filtrasi	IV-39
4.4.5.	Unit Desinfeksi	IV-45
4.5	Kualitas Sumber Air Baku SPAM Cimahi.....	IV-48
4.6	Kualitas Air Produksi IPA Cimahi dan Air Jaringan Distribusi	IV-51
4.7	Rekapitulasi Hasil Evaluasi	IV-71
4.8	Rekomendasi Perbaikan.....	IV-73
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		V-1
5.1.	Kesimpulan	V-1
5.2.	Saran	V-2
DAFTAR PUSTAKA.....		viii
LAMPIRAN.....		xii

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Timeline Perubahan Bentuk Badan Hukum Perumda Tirta Raharja	II-2
Tabel 2. 2	Realisasi Pencapaian KPI s.d Juni 2022	II-7
Tabel 2. 3	Kapasitas Produksi Instalasi Perumda Air Minum Tirta Raharja	II-7
Tabel 2. 4	Batas Administratif Kota Cimahi	II-9
Tabel 2. 5	Ketinggian Kota Cimahi Menurut Kecamatan	II-11
Tabel 2. 6	Luas Wilayah Berdasarkan Kemiringan Lereng di Kota Cimahi	II-11
Tabel 2. 7	Kependudukan Kota Cimahi pada Tahun 2021 Berdasarkan Kecamatan	II-12
Tabel 3. 1	Parameter Wajib Air Minum	III-2
Tabel 3. 2	Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas	III-4
Tabel 3. 3	Kriteria Desain Unit Koagulasi	III-9
Tabel 3. 4	Kriteria Desain Unit Flokulasi	III-11
Tabel 3. 5	Kriteria Desain Unit Sedimentasi	III-15
Tabel 3. 6	Kriteria Desain Unit Filtrasi	III-19
Tabel 3. 7	Penggunaan Simbol pada Diagram SPAM	III-24
Tabel 4. 1	Penjelasan Rantai Pasok SPAM Cimahi	IV-4
Tabel 4. 2	Data Eksisting Unit <i>Intake</i>	IV-17
Tabel 4. 3	Kriteria Desain Unit Intake	IV-18
Tabel 4. 4	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Unit Intake	IV-18
Tabel 4. 5	Data Eksisting Unit Koagulasi	IV-24
Tabel 4. 6	Kriteria Desain Unit Koagulasi	IV-24
Tabel 4. 7	Rekapitulasi Hasil Evaluasi Dimensi Unit Koagulasi	IV-25
Tabel 4. 8	Data Eksisting Unit Flokulasi	IV-28
Tabel 4. 9	Data Dimensi Bukaan Sluice Gate di Unit Flokulasi	IV-28
Tabel 4. 10	Kriteria Desain Unit Flokulasi	IV-28
Tabel 4. 11	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Evaluasi Unit Flokulasi	IV-31
Tabel 4. 12	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Rencana Perbaikan Unit Flokulasi	IV-32
Tabel 4. 13	Data Eksisting Unit Sedimentasi	IV-37
Tabel 4. 14	Kriteria Desain Unit Sedimentasi	IV-37
Tabel 4. 15	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Evaluasi Unit Flokulasi	IV-38
Tabel 4. 16	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Rencana Perbaikan Unit Sedimentasi	IV-39
Tabel 4. 17	Data Eksisting Unit Filtrasi	IV-41
Tabel 4. 18	Kriteria Desain Unit Filtrasi	IV-42
Tabel 4. 19	Rekapitulasi Kesesuaian Unit Filtrasi dengan Kriteria Desain	IV-43
Tabel 4. 20	Data Eksisting Unit Desinfeksi	IV-46
Tabel 4. 21	Kriteria Desain Unit Desinfeksi	IV-47
Tabel 4. 22	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Evaluasi Unit Desinfeksi	IV-47
Tabel 4. 23	Evaluasi Kualitas Air Baku	IV-48
Tabel 4. 24	Frekuensi Pengujian dan Jumlah Sampel Pengawasan Kualitas Air Menurut Permenkes No. 2 Tahun 2023	IV-52
Tabel 4. 25	Evaluasi Kekeruhan Air Olahan	IV-53
Tabel 4. 26	Kualitas Air Pada Jaringan Distribusi untuk Parameter Fisika, Sisa Klor, dan Mikrobiologi	55
Tabel 4. 27	Kualitas Air pada Jaringan Distribusi untuk Parameter Kimia (1)	IV-62

Tabel 4. 28 Kualitas Air pada Jaringan Distribusi untuk Parameter Kimia (2).....	IV-66
Tabel 4. 29 Rekapitulasi Hasil Evaluasi yang Tidak Sesuai.....	IV-72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Peta Wilayah Pelayanan Eksisting Perumda Air Minum Tirta Raharja.....	II-3
Gambar 2. 2	Struktur Organisasi Perumda Air Minum Tirta Raharja	II-5
Gambar 2. 3	Batas Administrasi Kota Cimahi	II-10
Gambar 3. 1	Modul Tube Settler	III-14
Gambar 3. 2	Analisis Pengendapan di Plate Settler	III-15
Gambar 4. 1	Rantai Pasok SPAM Cimahi.....	IV-1
Gambar 4. 2	Skematik SPAM.....	IV-2
Gambar 4. 3	Layout Instalasi Pengolahan Air.....	IV-3
Gambar 4. 4	Bangunan Intake Pertama.....	IV-15
Gambar 4. 5	<i>Layout Bar Screen</i>	IV-16
Gambar 4. 6	<i>Bar Screen Intake 1</i>	IV-16
Gambar 4. 7	<i>Bar Screen Intake 2</i>	IV-17
Gambar 4. 8	Pipa Transmisi	IV-19
Gambar 4. 9	Bak Pelepas Tekan.....	IV-19
Gambar 4. 10	Letak Cipoteli Bak Koagulasi	IV-21
Gambar 4. 11	Sensor Kekeruhan dan pH	IV-23
Gambar 4. 12	Pembubuhan Koagulan.....	IV-24
Gambar 4. 13	Unit Flokulasi	IV-26
Gambar 4. 14	Gambar Potongan Bak Flokulasi.....	IV-27
Gambar 4. 15	Arah Aliran Unit Flokulasi	IV-27
Gambar 4. 16	Unit Sedimentasi	IV-34
Gambar 4. 17	Saluran Drain.....	IV-35
Gambar 4. 18	Potongan Unit Sedimentasi	IV-36
Gambar 4. 19	Unit Filtrasi.....	IV-40
Gambar 4. 20	Lapisan Filter Bak Filtrasi	IV-41
Gambar 4. 21	Unit Clear Well.....	IV-46
Gambar 4. 22	Grafik Perbandingan Kekeruhan Air Olahan dengan Air Baku beserta Efisiensi Penurunan	IV-54
Gambar 4. 23	Peta Titik Sampling Tidak Sesuai Baku Mutu pada Jaringan Distribusi	IV-70

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492 Tahun 2010 menyatakan air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Berdasarkan data dari BPS (2019), persentase rumah tangga yang memiliki akses terhadap air minum layak di Indonesia sebesar 68,11%, tetapi hanya 10,29% rumah tangga yang memiliki akses tersebut dan menggunakannya sebagai air minum. Berdasarkan data tersebut Indonesia masih harus berupaya meningkatkan pelayanan air minum agar dapat memenuhi tujuan pembangunan berkelanjutan pada poin 6.1 yaitu mencapai akses universal dan merata terhadap air minum yang aman dan terjangkau bagi semua pada tahun 2030.

Salah satu perusahaan yang diamanatkan dalam mengelola air sehingga layak untuk diminum adalah Perusahaan Umum Daerah (Perumda) Air Minum, terdapat 391 Perumda Air Minum yang melayani penyediaan air minum di wilayah Indonesia (Kementerian PUPR, 2018). Salah satu perumda air minum tersebut adalah Perumda Air Minum Tirta Raharja Kabupaten Bandung, berdasarkan buku laporan penilaian kinerja PDAM (2017), Perumda Air Minum Tirta Raharja terkategori sehat dengan nilai 3,78 dan berada pada urutan ke 28 dari 378 perumda air minum yang dinilai. Meskipun begitu dari Perumda Air Minum Tirta Raharja hanya melayani 12,74% penduduk di wilayah pelayanan Kabupaten Bandung, Kabupaten Bandung Barat, dan Kota Cimahi (Laporan Perkembangan Usaha Perumda Air Minum Tirta Raharja, 2022) dengan jumlah sambungan rumah mencapai 100.000 SR.

Dalam memenuhi kebutuhan air minum yang layak dan aman Perumda Air Minum Tirta Raharja melakukan berbagai unit pengolahan untuk mengubah air baku menjadi air minum, yang terbagi kedalam proses fisik kimia, dan/atau

biologi. Proses pengolahan tersebut dilaksanakan dalam sebuah Instalasi Pengolahan Air Minum (IPA), salah satu IPA yang dimiliki oleh Perumda Tirta Raharja adalah IPA Cimahi. Pengolahan pada IPA Cimahi yaitu koagulasi, flokulasi, sedimentasi, dan desinfeksi. Berdasarkan Dokumen Rencana Pengamanan Air Minum (RPAM) Perumda Tirta Raharja masih terdapat berbagai kejadian bahaya yang terjadi di setiap unit, sehingga perlu dilakukan evaluasi untuk memastikan air minum dikonsumsi secara aman oleh konsumen.

1.2. Maksud dan Tujuan

1.2.1 Maksud

Laporan praktik kerja ini memiliki maksud mengidentifikasi dan mengevaluasi pasokan air minum pada sistem penyediaan air minum (SPAM) Cimahi mulai dari sumber hingga ke instalasi pengolahan air (IPA) pada Perumda Air Minum Tirta Raharja Kabupaten Bandung

1.2.2 Tujuan

Tujuan dari laporan praktik kerja ini adalah:

1. Mengetahui rantai pasok air minum pada SPAM Cimahi;
2. Mengetahui deskripsi SPAM Cimahi dari sumber hingga ke IPA;
3. Mengetahui *performance* SPAM Cimahi dari sumber hingga ke IPA;
4. Mengevaluasi kualitas sumber air baku (*intake*) yang digunakan pada SPAM Cimahi;
5. Mengevaluasi kualitas air produksi pada IPA Cimahi dan kualitas air pada jaringan distribusi;
6. Memberikan rekomendasi perbaikan terhadap temuan yang tidak sesuai.

1.3. Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari laporan praktik kerja ini antara lain:

1. Rantai Pasok mulai dari Sumber hingga IPA pada SPAM Cimahi;
2. Proses produksi air minum pada IPA Cimahi;

3. Peraturan yang diacu untuk mengevaluasi kualitas air baku adalah Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021;
4. Peraturan yang diacu untuk mengevaluasi kualitas air produksi adalah Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan dan *World Health Organization* pada *Principles and Practices of Drinking-water Chlorination* untuk parameter sisa klor pada reservoir

1.4. Waktu dan Tempat Pelaksanaan

1.4.1. Waktu

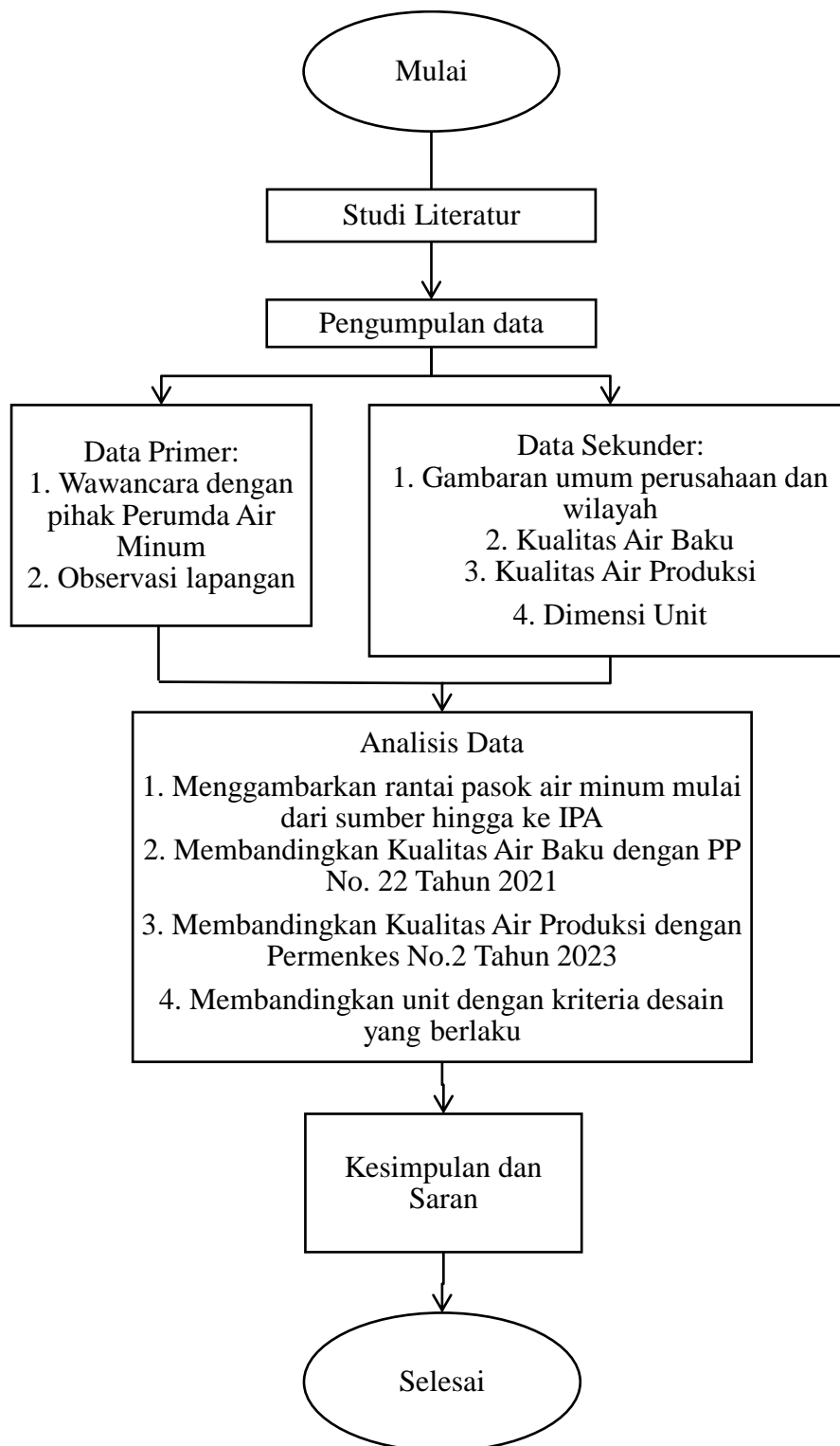
Pelaksanaan praktik kerja dilakukan selama kurang lebih satu bulan atau dalam empat minggu. Dimulai pada tanggal 20 Juli 2022 s.d 22 Agustus 2022. Ketentuan jam kerja yang diterapkan oleh perusahaan bagi mahasiswa praktik kerja adalah mulai pukul 08.00 WIB s.d 16.30 WIB

1.4.2. Tempat Pelaksanaan

Praktik kerja dilaksanakan di Perusahaan Umum Daerah Air Minum Tirta Raharja yang beralamat di Jalan Kolonel Mursuri No. 272 Cipageran, Kecamatan Cimahi Utara, Kota Cimahi, Provinsi Jawa Barat 40511

1.5. Metode Pelaksanaan

Metodologi yang dilakukan dalam pelaksanaan praktik kerja ini terbagi menjadi studi pustaka dan observasi lapangan, begitu pula dengan data – data yang diperoleh yang juga terbagi menjadi dua jenis data yaitu data primer dan data sekunder yang kemudian diolah dan kemudian dianalisis sehingga dapat ditarik kesimpulan dan saran mengenai rantai pasok air minum pada SPAM Cimahi mulai dari Sumber hingga IPA.



Gambar 1. 1 Metodologi Praktik Kerja

Sumber: Hasil Analisis, 2023

1.5.1 Studi Literatur

Tahapan studi literatur merupakan tahapan pengumpulan data sekunder dengan cara mempelajari pustaka – pustaka yang ada untuk mendapatkan data atau informasi yang berkaitan dengan objek yang diteliti dengan cara membaca maupun mencatat bahan penelitian.

1.5.2 Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data pada pelaksanaan praktik kerja ini dibagi berdasarkan dua kategori data yaitu data sekunder dan data primer. Pada pengumpulan data primer metode yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Observasi Lapangan

Pada tahapan observasi dilakukan dengan melakukan pengamatan langsung pada objek yang diteliti, data yang diperoleh berupa data primer. Berdasarkan hasil observasi lapangan tersebut dilakukan dokumentasi

2. Wawancara

Wawancara merupakan teknik pengambilan data primer dengan berkomunikasi langsung secara dua arah dengan narasumber yang berkaitan dengan penelitian.

1.5.3 Analisis Data

Setelah data-data yang diperlukan diperoleh, kemudian dilakukan tahap analisis data. Pada tahap analisis data dilakukan dengan menggambarkan rantai pasok air minum pada SPAM Cimahi mulai dari sumber hingga menuju ke IPA, selain itu membandingkan data-data yang telah diperoleh dengan peraturan yang berlaku yaitu:

- Kualitas air baku dibandingkan dengan PP No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup pada Lampiran VI Baku Mutu Air Nasional;

- Kualitas air produksi dengan Permenkes No. 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan;

1.5.4 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran berisi mengenai hasil perbandingan pasokan air minum di SPAM Cimahi dengan studi literatur dan peraturan yang berlaku. Serta saran perbaikan yang diperlukan untuk meningkatkan produksi air minum pada Perumda Air Minum Tirta Raharja.

1.6. Sistematika Penulisan

Laporan praktik kerja ini tersusun atas beberapa bab dengan urutan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memuat latar belakang, maksud dan tujuan, ruang lingkup serta sistematika penulisan laporan kerja praktik ini.

BAB II GAMBARAN UMUM

Pada bab ini berisi mengenai deskripsi atau profil dari perusahaan dan juga gambaran mengenai wilayah pelayanan, yang mencakup letak Kota Cimahi, kondisi topografi, kondisi hidrologi, serta kependudukan.

BAB III TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi teori – teori yang berhubungan dengan sistem penyediaan air minum serta referensi atau rujukan untuk melakukan evaluasi terhadap pelaksanaan pasokan air minum.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini memuat hasil evaluasi pelaksanaan pasokan air minum di Perumda Air Minum Tirta Raharja Kabupaten Bandung

BAB V PENUTUP

Memuat kesimpulan dari pasokan air minum pada SPAM Cimahi dan saran mengenai perbaikan dalam proses produksi air minum.

BAB II

GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN

2.1. Gambaran Umum Perusahaan

2.1.1. Sejarah Perusahaan Umum Daerah Air Minum Tirta Raharja

Pada tahun 1926 Pemerintah Belanda membentuk *Water Leiding Bedrijf* yang difungsikan untuk memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat, pada tahun tersebut masyarakat yang terlayani mencakup wilayah Lembang dan Cimahi dengan kapasitas masing – masing sebesar 11 L/dt dan 13 L/dt bersumber pada Mata air Cikole Gede, Cipanghuluan, dan Pasir Ipis.

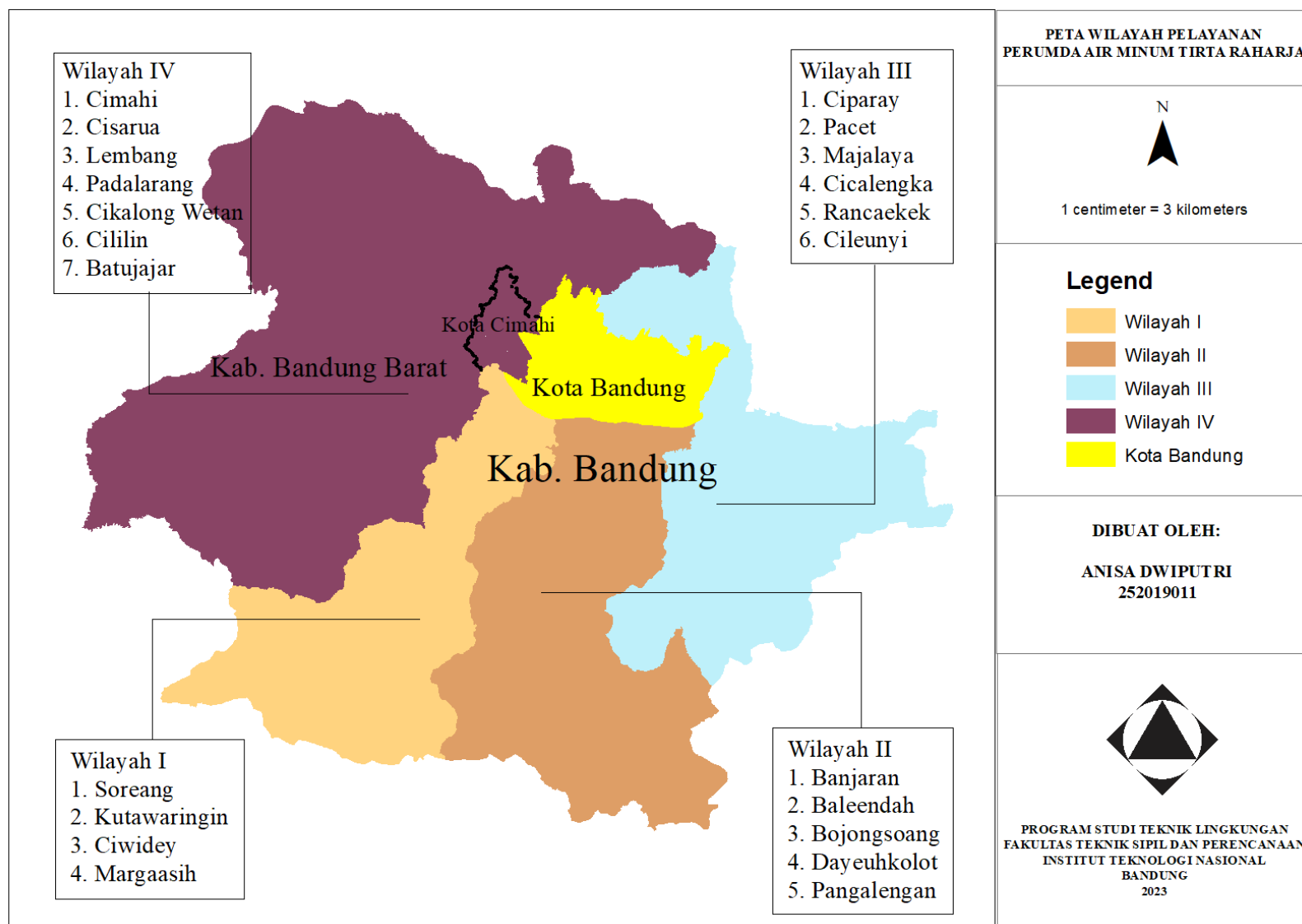
Pada tahun 1977 PDAM Kabupaten Bandung, akhirnya terbentuk dengan dasar Peraturan Daerah (Perda) Kabupaten Bandung No. XVII Tahun 1977, yang kemudian disahkan menurut Keputusan Gubernur Jawa Barat No. 510/HK/011/SK/77, pada tahun 2005 PDAM Kabupaten Bandung berubah nama menjadi PDAM Tirta Raharja berdasarkan Perda Kabupaten Bandung No. 5 Tahun 2005, hingga pada tahun 2019 resmi berganti nama menjadi Perusahaan Umum Daerah (Perumda) Air Minum Tirta Raharja berdasarkan Perda Kabupaten Bandung No. 5 Tahun 2019.

Secara administratif kini Perumda Air Minum Tirta Raharja melayani tiga daerah otonom yaitu, Kabupaten Bandung, Kota Cimahi, dan Kabupaten Bandung Barat dengan 29 instalasi yang tersebar. Tiga daerah otonom tersebut kemudian dibagi menjadi empat wilayah pelayanan, wilayah pelayanan dapat dilihat pada **Gambar 2.1**. Salah satu instalasi tersebut yaitu Instalasi Pengolahan Air (IPA) Cipageran – Cimahi yang sumber air bakunya berasal dari Sungai Cijanggel, Kabupaten Bandung Barat. IPA Cimahi ini mengolah air untuk dua wilayah pelayanan yaitu Kecamatan Cimahi Tengah dan Kecamatan Cimahi Selatan dengan kapasitas produksi mencapai 166 L/detik di tahun 2021. IPA Cimahi ini dibangun tahun 1990 – 1993 dengan nilai investasi sebesar Rp. 9,2 Miliar yang bersumber dana dari Asian Development Bank, Pinjaman Dalam Negeri, dan Perumda Tirta Raharja.

Tabel 2. 1 Timeline Perubahan Bentuk Badan Hukum Perumda Tirta Raharja

No.	Tahun	Perubahan Bentuk Badan Hukum
1	1926	<i>Water Leiding Beedrijf</i> wilayah pelayanan di Lembang dan Cimahi dengan scope pelayanan terbatas
2	1959	Pengelolaan Air Minum dilaksanakan oleh Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Tk. II
3	1976	Koordinator air minum dibawah pengawasan Dinas PU Kabupaten Bandung
4	1977	PDAM Kabupaten Bandung terbentuk berdasarkan Perda Kabupaten Daerah Tingkat II Bandung No. XVII Tahun 1977 tentang Pembentukan Perusahaan Daerah Air Minum PDAM Tirta Raharja Kabupaten Bandung terbentuk melalui Perda Kabupaten Bandung No. 5 Tahun 2005 tentang Perusahaan Daerah Air Minum Tirta Raharja Kabupaten Bandung
5	2005	Perda Kabupaten Bandung No. XVII Tahun 1977 mengalami pembaharuan menjadi Perda Kabupaten Bandung No. 10 Tahun 2014 tentang Perusahaan Daerah Air Minum Tirta Raharja Kabupaten Bandung
6	2015	Perumda Air Minum Tirta Raharja Kabupaten Bandung terbentuk melalui Perda Kabupaten Bandung No. 5 Tahun 2019 tentang Perusahaan Daerah Air Minum Tirta Raharja Kabupaten Bandung
7	2019	

Sumber: Perumda Air Minum Tirta Raharja, 2022



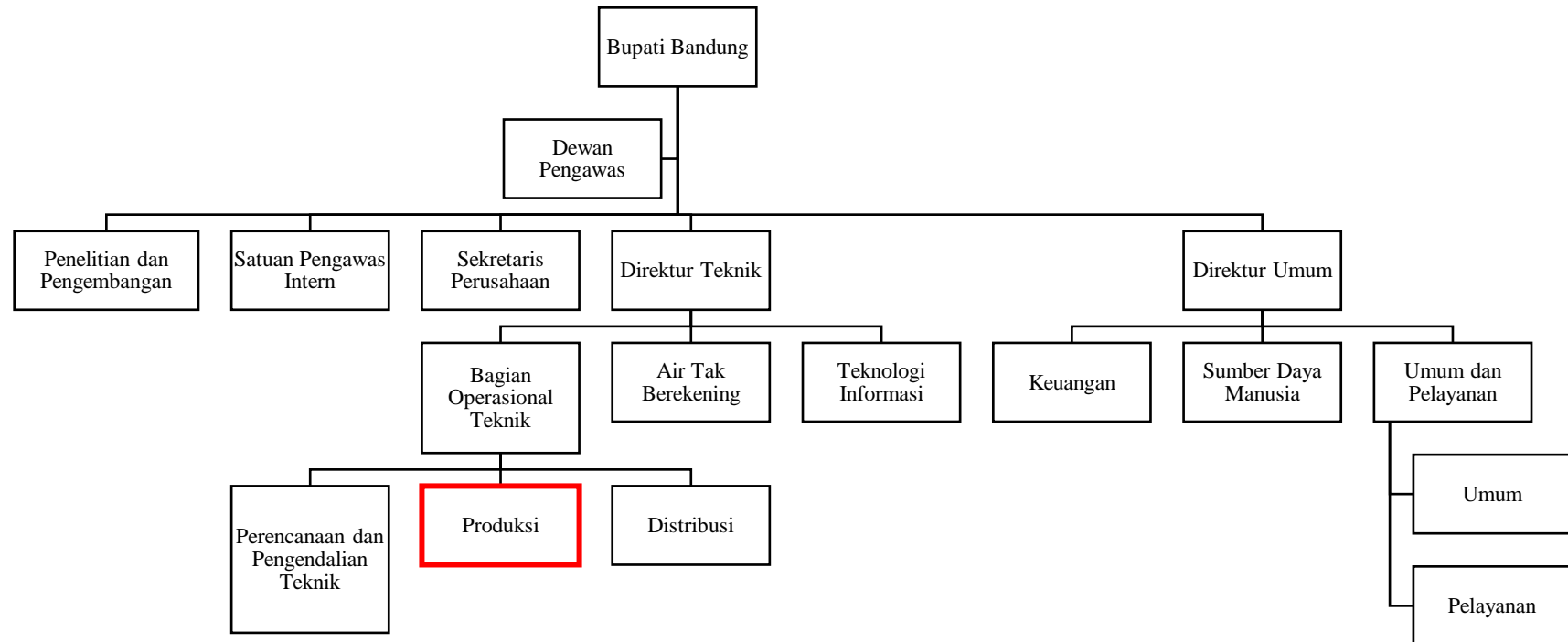
Gambar 2. 1 Peta Wilayah Pelayanan Eksisting Perumda Air Minum Tirta Raharja

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2023

2.1.2. Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi umumnya digambarkan dalam bentuk bagan dengan garis hierarki, yang mendeskripsikan komponen – komponen di dalam suatu perusahaan, selain itu struktur organisasi juga menggambarkan susunan yang berisikan pembagian tugas serta peran orang – orang berdasarkan jabatan yang terdapat di suatu perusahaan tersebut.

Secara umum Perumda Air Minum Tirta Raharja dikepalai oleh seorang direktur utama yang kemudian direktur utama tersebut memimpin tiga direktur lainnya yang terbagi menjadi direktur teknik, direktur umum, dan direktur operasional. Terdapat 338 orang pegawai hingga Juni 2022 yang bekerja pada Perumda Air Minum Tirta Raharja (Laporan Perkembangan Usaha Perumda Air Minum Tirta Raharja, 2022).



Keterangan: Produksi = penempatan praktik kerja di Perumda Air Minum Tirta Raharja

Gambar 2. 2 Struktur Organisasi Perumda Air Minum Tirta Raharja

Sumber: Perumda Air Minum Tirta Raharja, 2023

2.1.3. Visi dan Misi

Perumda Air Minum Tirta Raharja memiliki visi yaitu “Dengan Pelayanan Prima Menjadi Perusahaan Umum Daerah Air Minum Termaju, Dinamis dan Berkelanjutan” untuk mencapai visi tersebut maka Perumda Air Minum Tirta Raharja memiliki beberapa misi sebagai berikut:

- Meningkatkan kehandalan infrastruktur SPAM;
- Memberikan pelayanan air minum berkualitas
- Meningkatkan cakupan pelayanan dengan memanfaatkan peluang investasi baik pemerintahan, mandiri, maupun badan usaha;
- Bekerja dengan berbudaya lingkungan;
- Meningkatkan tata kelola perusahaan yang baik
- Mengembangkan Sumber Daya Manusia yang kreatif, inovatif, kerja cerdas dan tuntas;
- Memperkuat sistem pelayanan berbasis teknologi informasi; dan
- Memperkuat sinergitas dengan Kementerian, Lembaga, Dinas, Instansi dan *stakeholder*

Demi mencapai visi dan misi tersebut, Perumda Air Minum Tirta Raharja, memiliki *Key Performance Indikator* (KPI), yang menjadi tolak ukur pencapaian kinerja yang diharapkan. KPI utama Perumda Air Minum Tirta Raharja pada tahun 2022, adalah sebagai berikut:

- Jumlah sambungan rumah > 110 ribu unit SR
- Air Tak Berekening (ATR) < 27,3%
- Jumlah penjualan air > 21,6 juta m³
- Efisiensi penagihan > 87%

KPI utama tersebut kemudian di reviu pada bulan Juni 2022, perbandingan target dan realisasi yang terjadi hingga Juni 2021 dapat dilihat pada **Tabel 2.2.**

Tabel 2. 2 Realisasi Pencapaian KPI s.d Juni 2022

No	KPI	Triwulan II	
		Target	Realisasi
1	Sambungan Rumah (unit)	109.342	109.361
2	Air Tak Berekening (%)	28,39	28,01
3	Penjualan Air (m ³)	10.871.750,11	10.872.893,00
4	Efisiensi Penagihan (%)	87,50	87,92

Sumber: Laporan TW II Perumda Air Minum Tirta Raharja, 2022

2.1.4. Kapasitas Produksi

Dalam memenuhi kebutuhan air bersih di tiga wilayah pelayanan Perumda Air Minum Tirta Raharja Kabupaten Bandung memproduksi air bersih di dalam delapan IPA yang tersebar kedalam empat wilayah. Selain itu terdapat instalasi lain yang dibangun untuk memenuhi pasokan air bersih instalasi tersebut berupa Mata Air (MA) dan *Deep Well* (DW). Rincian kapasitas produksi Perumda Air Minum Tirta Raharja dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 2. 3 Kapasitas Produksi Instalasi Perumda Air Minum Tirta Raharja

No.	Instalasi	Kapasitas Produksi (L/dt)
Wilayah I		
1	IPA Sadu	200
2	IPA Cangkuang	20
3	IPA Kutawaringin	20
4	Mata Air Cigadog	16
Wilayah II		
1	IPA Sukamaju	185
2	Mata Air Citere	35
Wilayah III		

Tabel 2. 3 Kapasitas Produksi Instalasi Perumda Air Minum Tirta Raharja

No.	Instalasi	Kapasitas Produksi (L/dt)
1	IPA Cikoneng I - Ciparay	185
2	IPA Cikoneng II – Ciparay	50,05
3	IPA Cikoneng III – Ciparay	150
4	Mata Air Cilembang – Pacet	1
5	Deep Well 6 & 7 – Rancaekek	16
6	Deep Well Majalaya / Cigentur	9
7	Mata Air Cihampelas – Cileunyi	15
Wilayah IV		
1	IPA Cisarua	39
2	MA Cikole Gede	3
3	Mata Air Pasir Ipis	25
4	Deep Well 1,2, & 3 Padalarang	17
5	Mata Air Cibulakan	5
6	MA Cipulus – Batujajar	24
7	IPA Cililin	23
8	IPA Cipageran - Cimahi	166
9	Mata Air Cikudapati	2
10	Mata Air Cisintok	3
11	Deep Well 10 Pakuhaji	6
12	Deep Well 11 Pasirkaliki	2

Sumber: Perumda Air Minum Tirta Raharja, 2022

Secara keseluruhan produktivitas pemanfaatan produksi pada Perumda Air Minum Tirta Raharja hingga Desember 2021 yaitu sebesar 93,90%, dengan kapasitas produksi mencapai 31.239.858,10 m³ dari total kapasitas terpasang

sebesar 33.267.700,54 m³, kapasitas tersebut mencapai target dimana target kapasitas produksi pada tahun 2022 adalah sebesar 31.866.752,88 m³.

2.2. Gambaran Umum Kota Cimahi

2.2.1. Letak Kota Cimahi

Kota cimahi memiliki luas sebesar 40,2 km² yang terbagi menjadi tiga wilayah administratif yaitu Kecamatan Cimahi Utara, Kecamatan Cimahi Tengah, dan Kecamatan Cimahi Selatan. Secara geografis Kota Cimahi berada pada 1070 30' 30" – 1070 34'301" BT dan 60 50' 00" – 60 56' 00" Lintang Selatan. Letak Kota Cimahi tersebut berbatasan dengan Kota Bandung, Kabupaten Bandung dan Kabupaten Bandung Barat yang diatur dalam UU No.9 Tahun 2001 secara rinci batas – batas wilayah Kota Cimahi dapat dilihat pada tabel dan gambar dibawah ini

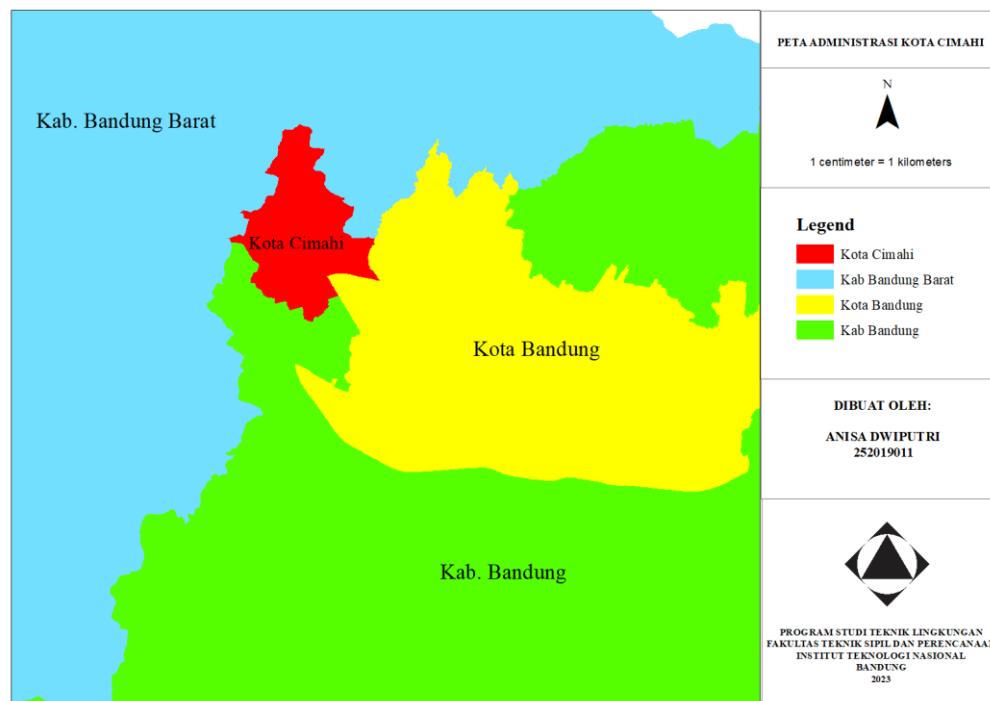
Tabel 2. 4 Batas Administratif Kota Cimahi

Wilayah	Batas – Batas Wilayah
	Kabupaten Bandung Barat meliputi kecamatan:
Utara	- Parongpong - Cisarua - Ngamprah
	Kota Bandung meliputi kecamatan:
Timur	- Sukasari - Sukajadi - Cicendo - Andir
	Kabupaten Bandung yaitu Kecamatan Margaasih
Selatan	Kabupaten Bandung Barat yaitu Kecamatan Batujajar Kota Bandung yaitu Kecamatan Bandung Kulon

Tabel 2. 4 Batas Administratif Kota Cimahi

Wilayah	Batas – Batas Wilayah
	Kabupaten Bandung Barat meliputi Kecamatan:
Barat	<ul style="list-style-type: none"> - Padalarang - Batujajar - Ngamprah

Sumber: Kota Cimahi dalam Angka, 2022

**Gambar 2. 3** Batas Administrasi Kota Cimahi

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2023

2.2.2. Kondisi Topografi

Dilihat dari topografi, Kota Cimahi merupakan lembah cekungan yang melandai dari utara dengan ketinggian ± 1040 meter diatas permukaan laut menuju ke arah selatan dengan ketinggian ± 685 meter diatas permukaan laut, yang mengarah ke Sungai Citarum (Kota Cimahi dalam Angka, 2022). Secara detail tinggi wilayah Kota Cimahi berdasarkan kecamatan dapat dilihat pada **Tabel 2.5**

Tabel 2. 5 Ketinggian Kota Cimahi Menurut Kecamatan

No.	Kecamatan	Tinggi Wilayah (mdpl)
1	Cimahi Selatan	700
2	Cimahi Tengah	700
3	Cimahi Utara	735
	Kota Cimahi	712

Sumber: Kota Cimahi dalam Angka, 2022

Berdasarkan kemiringan lereng, kondisi topografi Kota Cimahi dapat dilihat pada tabel 2.6, wilayah datar dengan kemiringan 0 – 8% mendominasi Kota Cimahi dengan luasan wilayah terluas mencakup 90% dari total luas wilayah Kota Cimahi, disusul dengan wilayah landai hingga curam secara berturut – turut.

Tabel 2. 6 Luas Wilayah Berdasarkan Kemiringan Lereng di Kota Cimahi

No	Kecamatan	Kemiringan Lereng					Total (km ²)
		0 – 8%	8 – 15%	15 – 25 %	25 – 40 %	>40%	
1	Cimahi Selatan	14,58	0,63	0,81	0,67	0,20	16,9
2	Cimahi Tengah	9,85	0,06	0,049	0,03	0,002	10,0
3	Cimahi Utara	11,76	0,71	0,47	0,29	0,07	13,3
Total (Km ²)		36,20	1,40	1,33	0,99	0,28	40,2

Sumber: Kota Cimahi dalam Angka, 2016

2.2.3. Kondisi Hidrologi

Ditinjau dari kondisi hidrologi terdapat dua sumber air pada Kota Cimahi, yaitu sumber air permukaan sungai dan sumber air tanah mata air. Terdapat Sungai Cimahi yang memiliki lima anak sungai yaitu Kali Cibodas, Ciputri,

Cimindi, Ciberem, dan Kali Cisangkan. Untuk mata air terdapat dua mata air di Kota Cimahi yaitu mata air Cikuda dan mata air Cisintok

2.2.4. Kependudukan

Berdasarkan jumlah penduduk Kota Cimahi pada tahun 2021 terkategori Kota Besar dengan jumlah penduduk mencapai 571,6 ribu jiwa. Jumlah penduduk pada tahun 2022 ini meningkat sebesar 0,76% dari tahun 2020. Dengan luas total Kota Cimahi yang sebesar 40,2 km² maka kepadatan penduduk Kota Cimahi tahun 2021 mencapai 14.160 jiwa/km². Rasio jenis kelamin Kota Cimahi yaitu 101,8 dimana terdapat 102 laki – laki dari 100 perempuan, Kota Cimahi juga didominasi oleh penduduk dengan usia produktif yaitu dengan rentang usia 15 – 64 tahun, sebesar 71,5%. Rincian kependudukan pada Kota Cimahi berdasarkan kecamatan dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 2. 7 Kependudukan Kota Cimahi pada Tahun 2021 Berdasarkan Kecamatan

No	Kependudukan	Kecamatan Cimahi Selatan	Kecamatan Cimahi Tengah	Kecamatan Cimahi Utara	Total
1	Jumlah Penduduk (ribu) Laju	242,2	161,9	167,6	571,6
2	Pertumbuhan Penduduk 2020 – 2021 (%)	0,65	0,08	1,59	0,76
3	Persentase Penduduk (%)	42,37	28,31	29,32	100
4	Kepadatan Penduduk (jiwa/km ²)	14.295	16.009	12.584	14.160
5	Rasio Jenis Kelamin	101,8	102,0	101,17	101,8

Sumber: Kota Cimahi dalam Angka, 2022

BAB III

STUDI LITERATUR

3.1. Air

3.1.1. Air Minum

Manusia dalam melangsungkan kehidupannya memerlukan tunjangan dari berbagai elemen, salah satu elemen tersebut adalah air. Air memegang peran penting dalam tubuh manusia, setidaknya terdapat 80% tubuh manusia mengandung air, kandungan terbesar air pada tubuh manusia terdapat pada bagian otak yaitu sebesar 95% (Baharudin, 2005 dalam Kusumawardani, 2020). Salah satu cara air memasuki tubuh manusia adalah dengan dikonsumsi melalui air minum, mengingat pentingnya air minum maka perlu kriteria khusus untuk memastikan bahwa suatu air layak diminum.

Di Indonesia ketentuan air layak diminum diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.2 Tahun 2023 Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan, yang secara lengkap dibahas pada bagian BAB II Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan (SBMKL) dan Persyaratan Kesehatan Air, Udara, Tanah Pangan. Sarana Dan Bangunan, Vektor dan Binatang Pembawa Penyakit. Baku mutu parameter wajib air dapat dilihat pada **Tabel 3.1.**

Peraturan tersebut menggantikan peraturan sebelumnya yaitu Permenkes No.492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Terdapat parameter tambahan yang diatur dalam peraturan terbaru ini, yaitu peraturan mengenai sisa klor, nilai parameter sisa klor tersebut bernilai 0,2-0,5 untuk waktu kontak 30 menit, ketentuan tersebut sejalan dengan ketentuan *World Health Organization*, dikarenakan diatas ambang tersebut sisa klor dapat berbahaya bagi tubuh, yaitu jika zat sisa klor bersenyawa dengan zat organik

maka akan menghasilkan senyawa nitrogen triklorin yang bersifat karsinogenik (Buckle, 1987).

Tabel 3. 1 Parameter Wajib Air Minum

No	Jenis Parameter	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan	Satuan	Metode Pengujian
Mikrobiologi				
1	<i>Escherichia coli</i>	0	CFU/100 ml	SNI/APHA
2	<i>Total coliform</i>	0	CFU/100 ml	SNI/APHA
Fisik				
3	Suhu	Suhu udara ± 3	$^{\circ}\text{C}$	SNI/APHA
4	<i>Total Dissolve Solid</i>	<300	mg/L	SNI/APHA
5	Kekeruhan	<3	NTU	SNI atau yang setara
6	Warna	10	TCU	SNI/APHA
7	Bau	Tidak berbau	-	APHA
Kimia				
8	pH	6,5-8,5	-	SNI/APHA
9	Nitrat (sebagai NO_3) (terlarut)	20	mg/L	SNI/APHA
10	Nitrit (sebagai NO_2) (terlarut)	3	mg/L	SNI/APHA
11	Kromium valensi 6 (Cr^{6+}) (terlarut)	0,01	mg/L	SNI/APHA
12	Besi (Fe) (terlarut)	0,2	mg/L	SNI/APHA
13	Mangan (Mn) (terlarut)	0,1	mg/L	SNI/APHA
14	Sisa khlor (terlarut)	0,2-0,5 dengan waktu kontak 30 menit	mg/L	SNI/APHA
15	Arsen (As) terlarut	0,01	mg/L	SNI/APHA
16	Kadmium	0,003	mg/L	SNI/APHA

Tabel 3. 1 Parameter Wajib Air Minum

No	Jenis Parameter	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan	Satuan	Metode Pengujian
17	Timbal (Pb) (terlarut)	0,01	mg/L	SNI/APHA
18	Fluoride (F) (terlarut)	1,5	mg/L	SNI/APHA
19	Alumunium (Al) terlarut	0,2	mg/L	SNI/APHA

Sumber: Permenkes No.2 Tahun 2023

3.1.2. Air Baku

Terdapat berbagai sumber air baku yang digunakan berbagai Perumda Air Minum di seluruh Indonesia, umumnya sumber air baku tersebut terbagi menjadi sumber air tanah, air permukaan, dan mata air. Kualitas air baku umumnya dipengaruhi oleh berbagai faktor, yang paling mendominasi biasanya oleh aktivitas manusia, oleh karena itu kualitas air baku seharusnya tetap memiliki standar agar masyarakat tetap mengetahui sejauh mana air baku yang layak dikonsumsi dan tidak. Di Indonesia sendiri standar kualitas air baku diatur dalam Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 lebih tepatnya dibahas pada BAB III Perlindungan dan Pengelolaan Mutu air, terbagi menjadi empat kelas sesuai dengan peruntukannya yaitu:

Kelas I: digunakan untuk air baku air minum, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Kelas II: digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Kelas III: digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi tanaman dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Kelas IV: digunakan untuk mengairi pertanian, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Baku mutu air nasional untuk air sungai dan sejenisnya, dapat dilihat pada tabel 3.3 berikut.

Tabel 3. 2 Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas

No.	Parameter	Unit	Kelas				Keterangan
			I	II	III	IV	
				Dev 3	Dev 3	Dev 3	Perebdaaan
1.	Temperatur	°C	Dev 3				dengan suhu udara di atas permukaan air
2.	Padatan terlarut total (TDS)	mg/L	1.000	1.000	1.000	1.000	Tidak berlaku untuk muara
3.	Padatan tersuspensi total (TSS)	mg/L	40	50	100	400	
4.	Warna	Pt-Co Unit	15	50	100	-	Tidak berlaku untuk air gambut (berdasarkan kondisi alamiahnya)
5.	Derajat keasaman (pH)		6-9	6-9	6-9	6-9	Tidak berlaku untuk air gambut (berdasarkan kondisi alamiahnya)
6.	Kebutuhan oksigen biokimiawi (BOD)	mg/l	2	3	6	12	
7.	Kebutuhan oksigen	mg/l	10	25	40	80	

Tabel 3. 2 Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas

No.	Parameter	Unit	Kelas				Keterangan
			I	II	III	IV	
	kimiawi (COD)						
8.	Oksigen terlarut	mg/l	6	4	3	1	Batas minimal
9.	Sulfat (SO_4^{2-})	mg/l	300	300	300	400	
10.	Klorida (Cl^-)	mg/l	300	300	300	600	
11.	Nitrat (sebagai N)	mg/l	10	10	20	20	
12.	Nitrit (sebagai N)	mg/l	0,06	0,06	0,06	-	
13.	Amoniak (sebagai N)	mg/l	0,1	0,2	0,5	-	
14.	Total Nitrogen	mg/l	15	15	25	-	
15.	Total Fosfat (sebagai P)	mg/l	0,2	0,2	1,0	-	
16.	Fluorida (F^-)	mg/l	1	1,5	1,5	-	
17.	Belerang sebagai H_2S	mg/l	0,002	0,002	0,002	-	
18.	Sianida (CN^-)	mg/l	0,02	0,02	0,02	-	
19.	Klorin bebas	mg/l	0,03	0,03	0,03	-	Bagi air baku air minum tidak dipersyaratkan
20.	Barrium (Ba) terlarut	mg/l	1,0	-	-	-	
21.	Boron (B) terlarut	mg/l	1,0	1,0	1,0	1,0	
22.	Merkuri (Hg)	mg/l	0,001	0,002	0,002	0,005	
23.	Arsen (As)	mg/l	0,05	0,05	0,05	0,10	
24.	Seleium (Se) terlarut	mg/l	0,01	0,05	0,05	0,05	
25.	Besi (Fe) terlarut	mg/l	0,3	-	-	-	

Tabel 3. 2 Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas

No.	Parameter	Unit	Kelas				Keterangan
			I	II	III	IV	
26.	Kadmium (Cd) terlarut	mg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	
27.	Kobalt (Co) terlarut	mg/l	0,2	0,2	0,2	0,2	
28.	Mangan (Mn) terlarut	mg/l	0,1	-	-	-	
29.	Nikel (Ni) terlarut	mg/l	0,05	0,05	0,05	0,1	
30.	Seng (Zn) terlarut	mg/l	0,05	0,05	0,05	2	
31.	Tembaga (Cu)	mg/l	0,02	0,02	0,02	0,2	
32.	Timbal (Pb) terlarut	mg/l	0,03	0,03	0,03	0,5	
33.	Kromium heksavalen (Cr-VI)	mg/l	0,05	0,05	0,05	1	
34.	Minyak dan lemak	mg/l	1	1	1	10	
35.	Deterjen total	mg/l	0,2	0,2	0,2	-	
36.	Fenol	mg/l	0,002	0,005	0,01	0,02	
37.	Aldrin/Dieldrin	µg/L	17	-	-	-	
38.	BHC	µg/L	210	210	210	-	
39.	Chlorade	µg/L	3	-	-	-	
40.	DDT	µg/L	2	2	2	2	
41.	Endrin	µg/L	1	4	4	-	
42.	Heptachlor	µg/L	18	-	-	-	
43.	Lindane	µg/L	56	-	-	-	
44.	Methoxychlor	µg/L	35	-	-	-	
45.	Toxapan	µg/L	5	-	-	-	
46.	Fecal coliform	MPN/100 MI	100	1.000	2.000	2.000	
47.	Total coliform	MPN/100 MI	1.000	5.000	10.000	10.000	

Tabel 3. 2 Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas

No.	Parameter	Unit	Kelas				Keterangan
			I	II	III	IV	
48.	Sampah		nihil	nihil	nihil	nihil	
49.	Radioaktivitas						
	Gross-A	Bq/L	0,1	0,1	0,1	0,1	
	Gross-B	Bq/L	1	1	1	1	

Sumber: PP No. 22, 2021

3.2. Sistem Penyediaan Air Minum

Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) merupakan satu kesatuan sarana dan prasarana penyediaan air minum, yang memiliki tujuan untuk memenuhi hak rakyat akan air minum (PP No. 122 Tahun 2015). SPAM terbagi menjadi dua jenis yaitu SPAM dengan jaringan perpipaan (SJP) dan SPAM bukan jaringan perpipaan. Umumnya SPAM yang dimiliki oleh perusahaan umum daerah (perumda) air minum adalah SPAM dengan jaringan perpipaan. SJP terdiri dari unit air baku, unit produksi, unit distribusi, dan unit pelayanan.

3.2.1. Unit Air Baku

Unit air baku merupakan sarana dan prasarana pengambilan dan/atau penyediaan air baku yang terdiri dari sumber air baku, intake dan sistem transmisi (Al-Layla, 1980).

- *Intake* (Bangunan Penyadap)

Intake merupakan bangunan yang memiliki fungsi untuk menangkap air dari sumber air baku yang berasal dari air permukaan (sungai atau danau) yang kemudian dialirkan menuju unit-unit pengolahan (Kawamura, 1991)

- Sistem Transmisi

Sistem transmisi merupakan saluran untuk mengalirkan air baku ke unit produksi. Pengaliran dapat berupa gravitasi atau dengan bantuan pompa (Kementerian PUPR, 2018)

3.2.2. Unit Produksi

Unit produksi merupakan sarana dan prasarana yang digunakan dalam tahap pengolahan air baku menjadi air minum, baik secara fisik, kimia, dan/atau. biologi yang terdiri dari bangunan pengolahannya dan pelengkapannya hingga bangunan penampung air hasil pengolahan (Kementerian PUPR, 2016). Berikut merupakan penjelasan singkat beberapa unit pengolahan yang umum digunakan oleh perumda air minum

3.2.2.1. Koagulasi

Unit koagulasi berperan sebagai tempat destabilisasi partikel koloid dan mikroorganisme terikat, logam berat tertentu dan bahan kimia organik dengan kelarutan rendah. Destabilisasi partikel tersebut terjadi akibat pencampuran antara air baku dengan koagulan pada pengadukan cepat. Efisiensi proses koagulasi tergantung pada kualitas air baku (WHO, 2022) Proses koagulasi dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah pada unit koagulasi intensitas pengadukan dan gradien pengadukan. Unit koagulasi ini terkategori unit proses karena didalamnya terdapat penambahan zat kimia berupa koagulan, koagulan yang umum digunakan adalah alumunium sulfat, ferri klorida dan ferri sulfat, ketiga koagulan tersebut terkategori koagulan garam logam. Selain itu terdapat kategori koagulan yang berasal dari polimer sintetik (Mayasari, 2018)

Tipe-tipe koagulasi secara umum dibagi menjadi tiga yaitu:

- Pengadukan Mekanis

Tipe pengadukan mekanis merupakan tipe *paddle* yang dipasang secara horizontal maupun vertikal, selain itu biasanya unit koagulasi atau pengadukan cepat juga menggunakan *turbine impeller*, *paddle impeller*, atau *proppler* untuk menghasilkan turbulensi (Pratama, 2019). Turbulensi merupakan keadaan aliran fluida tidak tenang (sedikit bergolak), turbulensi diperlukan oleh unit koagulasi untuk membantu meratakan zat koagulan ke seluruh bagian fluida dan membantu membentuk inti flok (Puteri, 2011).

- Pengadukan Pneumatis

Pengadukan pneumatis adalah pengadukan yang menggunakan udara (gas) berbentuk gelembung yang dimasukkan kedalam air, sehingga menimbulkan gerakan pengadukan pada air. Injeksi udara bertekanan ke dalam suatu badan air akan menimbulkan turbulensi, akibat lepasnya gelembung udara ke permukaan air. Makin besar tekanan udara, kecepatan gelembung udara yang dihasilkan makin besar dan diperoleh turbulensi yang semakin besar pula (Pratama, 2019).

- Pengadukan Hidrolis

Pengadukan hidrolis adalah pengadukan yang memanfaatkan gerakan air sebagai tenaga pengadukan. Sistem pengadukan ini menggunakan energi hidrolik yang dihasilkan dari suatu aliran hidrolik. Energi hidrolik dapat berupa energi gesek, energi potensial (jatuhan) atau adanya lompatan hidrolik dalam suatu aliran. Beberapa contoh pengadukan hidrolis adalah terjunan, loncatan hidrolis, *baffled channel* dan sebagainya (Pratama, 2019).

Kriteria desain dalam pembangunan unit koagulasi adalah sebagai berikut:

Tabel 3. 3 Kriteria Desain Unit Koagulasi

Parameter	Kriteria Desain	Sumber
Gradien kecepatan (G)	100 – 1.000 detik ⁻¹	Qasim, 2000
Waktu detensi (td)	20 – 60 detik	Masduqi, 2012
Bilangan Champ (Gtd)	5.000 – 18.000	Reynolds, 1982

Persamaan yang digunakan dalam menghitung parameter kriteria desain untuk unit koagulasi hidrolis menurut Qasim (2000) adalah sebagai berikut:

1. Waktu detensi

$$td = \frac{V}{Q} \dots \dots \dots (3.1)$$

Keterangan:

td = waktu detensi (detik)

V = volume bak (m³)

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

2. Gradien kecepatan

$$G = \sqrt{\frac{g \times hL}{\nu \times t_d}} \dots \dots \dots (3.2)$$

Keterangan:

G = gradien kecepatan (detik^{-1})

h = ketinggian (m)

ν = viskositas kinematik (m^2/detik)

t_d = waktu detensi (detik)

3. Bilangan champ

$$Gt_d = G \times t_d \dots \dots \dots (3.3)$$

Keterangan:

Gt_d = bilangan champ

G = gradien kecepatan (detik^{-1})

t_d = waktu detensi (detik)

3.2.2.2. Flokulasi

Partikel yang tidak stabil setelah melalui koagulasi kemudian mengalami penggabungan hingga membentuk flok yang lebih besar di unit flokulasi dengan bantuan pengadukan lambat (Fair, Geyer, dan Okun, 1981). Terdapat beberapa jenis metode pengadukan yang digunakan dalam flokulasi, yaitu pengaduk mekanis dan pengadukan menggunakan *baffle channel basin*. Pada instalasi pengolahan air minum umumnya flokulasi dilakukan dengan menggunakan *horizontal baffle channel (around-the-end baffle channel)*. 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 (Borahima, 2020). Kriteria desain untuk unit flokulasi adalah sebagai berikut:

Tabel 3. 4 Kriteria Desain Unit Flokulasi

Parameter	Kriteria Desain	Sumber
G	5 – 60 detik ⁻¹	SNI 6774:2008
Td	30-45menit	(Droste, 1997)
Gtd	10.000 – 100.000	(Droste, 1997)
Tahap flokulasi	6 – 10 buah	SNI 6774:2008

Perhitungan turbulensi aliran yang diakibatkan oleh kehilangan tekanan dalam bak horizontal *baffled channel* didasarkan pada persamaan:

1. Perhitungan Gradien Kecepatan (G)

Persamaan matematis yang digunakan untuk menghitung gradien kecepatan ini sama dengan perhitungan yang telah diberikan pada unit koagulasi, yaitu (Qasim, 2000):

$$G = \sqrt{\frac{gh_L}{vtd}} \dots\dots\dots (3.4)$$

Keterangan:

- G = gradien kecepatan (detik⁻¹)
- V = volume bak (m³)
- G = percepatan gravitasi (m/detik²)
- hL = headloss karena friksi, turbulensi, dll (m)
- v = viskositas kinematik (m²/detik)
- td = waktu detensi (detik)

2. Perhitungan Kehilangan Tekanan Total (H_{tot})

Kehilangan tekanan total sepanjang saluran horizontal baffle channel ini diperoleh dengan menjumlah kehilangan tekanan pada saat saluran lurus dan pada belokan.

$$H_{tot} = H_L + H_b \dots\dots\dots (3.5)$$

Dimana:

- a. H_b adalah kehilangan tekanan pada belokan yang disebabkan oleh belokan sebesar 180°. Persamaan untuk menghitung besarnya H_b adalah sebagai berikut:

$$H_L = k \frac{V_b^2}{2g} \dots\dots\dots (3.6)$$

Keterangan:

H_b = kehilangan tekanan di belokan (m)

k = koefisien gesek, diperoleh secara empiris

V_b = kecepatan aliran pada belokan (m/detik)

g = percepatan gravitasi (m/detik²)

- b. H_L adalah kehilangan tekanan pada saat aliran lurus. Kehilangan tekanan ini terjadi pada saluran terbuka sehingga perhitungannya didasarkan pada persamaan Manning:

$$V_L = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \dots\dots\dots (3.7)$$

$$H_L = \left(\frac{n \times V_L \times L^{1/2}}{R^{2/3}} \right)^2 \dots\dots\dots (3.8)$$

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots (3.9)$$

Keterangan:

H_L = kehilangan tekanan pada saat lurus (m)

N = koefisien Manning. Saluran terbuat dari beton $n=0,013$

V_L = kecepatan aliran pada saluran lurus (m/detik)

L = panjang saluran (m)

R = jari-jari basah (m)

A = luas basah (m²)

P = keliling basah (m)

3.2.2.3. Sedimentasi

Unit sedimentasi merupakan unit pemisah partikel padat (seperti flok, dan partikel diskrit) dari suspensi dengan gaya gravitasi (Al-Layla, 1980).

Menurut Reynolds (1982), 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 keempat 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*)

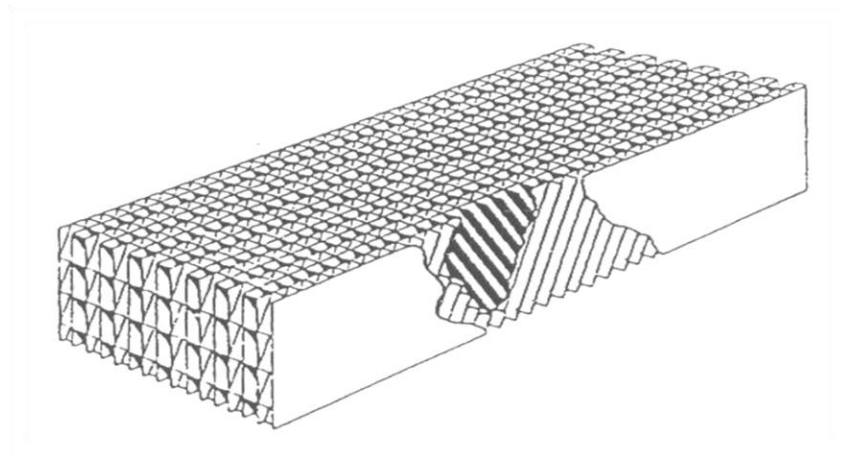
Pengendapan tipe ini adalah pengendapan dari partikel yang memiliki konsentrasi tinggi dimana partikel-partikel bersentuhan satu sama lain dan pengendapan bisa terjadi hanya dengan melakukan kompresi terhadap massa tersebut.

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*. Pengendapan berkecepatan tinggi, pada umumnya dibedakan atas 2 tipe, yaitu *parallel*

plate settler dan *tube settler*. Keduanya memiliki waktu tinggal kurang dari 20 menit dan waktu tinggal 2 jam (Montgomery, 1985)

1. *Tube Settler*

Tube settler merupakan salah satu metode pengendapan lumpur dengan menggunakan *tube* atau tabung yang bersudut $45^\circ - 60^\circ$, cukup untuk membuat lumpur mengendap dan jatuh ke ruang lumpur. Umumnya *over flow rate* untuk *tube settler* berkisar antara 3.600 – 6.000 gpd/ft² (147–245 m³/m²/hari). Gambar *tube settler* dapat dilihat pada **Gambar 3.1**.

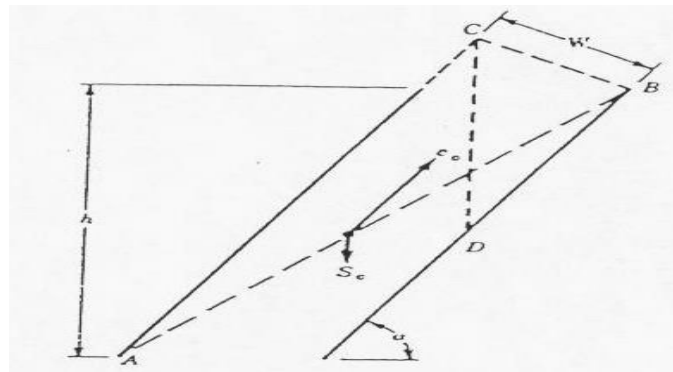


Gambar 3. 1 Modul Tube Settler

Sumber: Reynolds, 1982

2. *Plate Settler*

Pada prinsipnya, *plate settler* memiliki kesamaan dengan *tube settler*. Perbedaannya terletak pada *settler* yang digunakan yang berbentuk plat. Gambar plate settler dapat dilihat pada **Gambar 3.2**.



Gambar 3. 2 Analisis Pengendapan di Plate Settler

Sumber: Reynolds, 1982

Dari segi hidrolis, maka hal yang perlu diperhatikan dalam unit sedimentasi adalah kondisi aliran dalam bak sedimentasi tersebut. Kondisi turbulensi aliran sangat penting dalam proses pengendapan flok-flok dan perlu dijaga agar flok-flok tersebut tidak pecah. Kriteria desain yang digunakan untuk merencanakan unit sedimentasi dapat dilihat pada **Tabel 3.5.**

Tabel 3. 5 Kriteria Desain Unit Sedimentasi

Parameter	Kriteria Desain	Sumber
Rasio panjang lebar	3:1-5:1	Qasim, 2000
Beban permukaan	3,8 – 7,5 m ³ /m ² /jam	SNI 6774:2008
Kedalaman	3 – 6 m	SNI 6774:2008
Waktu detensi	1-2 jam ^{*)}	Darmasetiawan, 2001
Bilangan Reynold	< 2.000	SNI 6774:2008
Bilangan Fraude	>10 ⁻⁵	SNI 6774:2008
Kemiringan <i>tube settler</i>	30°/60°	SNI 6774:2008

Rumus-rumus yang digunakan dalam perhitungan unit sedimentasi adalah sebagai berikut Qasim (2000):

1. Beban permukaan (S_o)

$$S_o = \frac{Q}{A_s} \times \frac{w}{h \cos \alpha + w \cos^2 \alpha} \dots\dots\dots(3.10)$$

Keterangan:

So = beban permukaan ($\text{m}^3/\text{m}^2/\text{jam}$)

Q = debit bak (m^3/detik)

As = luas permukaan bak (m^2)

w = diameter *tube settler* (m)

h = tinggi *tube settler* (m)

2. Kecepatan horizontal (V_o)

$$V_o = \frac{q}{As \sin \alpha} \dots \dots \dots (3.11)$$

Keterangan:

V_o = kecepatan horizontal

As = luas permukaan bak (m^2)

q = debit tiap bak (m^3/detik)

3. Bilangan Reynold dan bilangan Froude (Montgomery, 1985)

$$R = \frac{A}{P} \dots \dots \dots (3.12)$$

$$Re = \frac{V_o \times R}{\nu} \dots \dots \dots (3.13)$$

$$Fr = \frac{V_o^2}{g \times R} \dots \dots \dots (3.14)$$

Keterangan:

R = jari-jari hidrolis (m)

A = luas permukaan *settler* (m^2)

P = keliling *settler* (m)

V_o = kecepatan aliran di *settler* (m/detik)

ν = viskositas kinematik (m^2/detik)

Re = bilangan Reynolds

Fr = bilangan Froude

3.2.2.4. Filtrasi

Filtrasi adalah pemisahan koloid atau partikel padat dari fluida dengan menggunakan media penyaringan atau saringan. Air yang mengandung

suatu padatan atau koloid dilewatkan pada media saring dengan ukuran pori-pori yang lebih kecil dari ukuran suatu padatan tersebut. (Howes, 2006). Dilihat dari segi kecepatan filtrasi digolongkan menjadi *slow sand filter* dan *rapid sand filter*.

1. Filter pasir cepat (*rapid sand filter*)

Filter pasir cepat merupakan salah satu jenis unit filtrasi yang mampu menghasilkan debit air yang lebih banyak dengan waktu yang lebih singkat dibandingkan filter pasir lambat. Pada filtrasi pasir cepat terdapat mekanisme filtrasi antara lain (Huisman, 1974):

- Penyaringan secara mekanis (*mechanical straining*)
- Sedimentasi
- Adsorpsi atau gaya elektrokinetik
- Koagulasi di dalam filter bed
- Aktivitas biologis

Filtrasi memiliki bagian-bagian yang memiliki fungsi masing-masing sehingga mampu menyaring partikel-partikel kecil yang tidak dapat diendapkan oleh sedimentasi. Bagian-bagian dari unit filtrasi pasir cepat meliputi (Huisman, 1974):

- a. Bak filter, merupakan tempat proses filtrasi berlangsung. Jumlah dan ukuran bak tergantung debit pengolahan.
- b. Media filter, merupakan bahan berbutir/ granular yang membentuk pori-pori diantara butiran media. Pada pori-pori inilah air mengalir dan terjadi proses penyaringan.
- c. Sistem *underdrain*. *Underdrain* merupakan sistem pengaliran air setelah melewati proses penyaringan pada media dan terletak di bawah media filter.

Filtrasi pasir cepat memiliki cara kerja yang cukup berbeda dengan filter pasir lambat. Cara kerja filter pasir cepat adalah sebagai berikut:

- a. Selama proses filtrasi berlangsung partikel yang terbawa air akan tersaring di media filter. Sementara itu air terus mengalir melewati media pasir dan penyangga, masuk lubang/*orifice*, ke pipa *lateral*,

terkumpul di pipa *manifold*, dan akhirnya air keluar menuju bak penampung.

- b. Partikel yang tersaring pada media semakin lama akan menyumbat pori-pori media sehingga terjadi *clogging* (penyumbatan). *Clogging* ini akan meningkatkan *headloss* aliran air di media. Untuk menghilangkan *clogging* dilakukan pencucian pada media.

- a. Pencucian dilakukan dengan cara memberikan aliran balik pada media (*backwash*) dengan tujuan mengangkat kotoran yang menyumbat pori-pori media filter. Aliran air dari *manifold*, ke *lateral*, keluar *orifice*, naik ke media hingga media terangkat, dan air dibuang melewati *gutter* yang terletak di atas media. Dalam prosesnya, setelah beberapa waktu setelah proses itu berlangsung, partikel yang tertahan pada *filter bed* (media pasir) akan semakin besar dan kualitas air akan berkurang, hal tersebut menandakan media pfilter harus dibersihkan (Huisman, 1974). Proses *backwash* memiliki dua tujuan, yaitu:

- Untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada permukaan butiran media filter dengan meningkatkan aliran air *backwash*, mengalir pada kecepatan tinggi melewati butir-butir media filter
- Untuk memperluas media *filter bed* dan meningkatkan ruang pori yang memungkinkan *clogging*/penyumbatan.

2. Filter pasir lambat (*slow sand filter*)

Filter pasir lambat merupakan filtrasi jenis tertua yang digunakan sebagai persediaan air minum untuk publik pada tahun 1829 dibuat pertama kali oleh James Simpson untuk *Chelsea Water Company* di London. Pada filter pasir lambat, air yang akan diolah mengalir ke bawah secara gravitasi dan melewati lapisan pasir dan ukuran diameter

yang kecil kecepatan yang kecil. Dengan ukuran diameter yang kecil, partikel tersuspensi dan material koloid dari air baku akan tersaring dan tertahan di bagian paling atas *filter bed* (Huisman, 1974).

Filter pasir lambat cukup efektif digunakan untuk menghilangkan kandungan bahan organik dan organisme patogen pada air baku yang mempunyai kekeruhan relatif rendah. Biasanya filter pasir lambat digunakan bila kekeruhan air dibawah 50 NTU. Efisiensi filter pasir lambat dipengaruhi oleh ukuran partikel pasir, ratio luas permukaan, filter terhadap kedalaman, dan kecepatan filter. Filter pasir lambat bekerja dengan cara pembentukan lapisan biofilm di beberapa milimeter bagian atas lapisan pasir halus yang disebut lapisan *hypogeal* atau *schmutzdecke*. Lapisan ini mengandung bakteri, fungi, protozoa, rotifera, dan larva serangga air. *Schmutzdecke* adalah lapisan yang melakukan pemurnian efektif dalam pengolahan air minum. Selama air melewati *Schmutzdecke*, partikel akan tertangkap, dan organik terlarut akan teradsorpsi, diserap dan dicerna oleh bakteri, fungi, dan protozoa. Kerugian filter pasir lambat adalah besarnya kebutuhan lahan, yaitu sebagai akibat lambatnya kecepatan filtrasi. Keuntungan filter lambat antara lain:

- a. Biaya konstruksi rendah;
- b. Rancangan dan pengoperasian lebih sederhana;
- c. Tidak diperlukan tambahan bahan kimia;
- d. Variasi kualitas air baku tidak terlalu mengganggu;
- e. Tidak diperlukan banyak air untuk pencucian, pencucian tidak menggunakan *backwash*, hanya dilakukan di bagian atas media.

Kriteria desain untuk unit filtrasi saringan cepat biasa gravitasi dapat dilihat pada **Tabel 3.6**

Tabel 3. 6 Kriteria Desain Unit Filtrasi

Parameter	Kriteria Desain	Satuan
Jumlah bak saringan	$N=12Q^{0.5}$	Buah
Kecepatan penyaringan	6-1 l	m/jam

Tabel 3. 6 Kriteria Desain Unit Filtrasi

Parameter	Kriteria Desain	Satuan
Pencucian		
Kecepatan	36-50	m/jam
Lama pencucian	10-15	menit
Periode antara dua pencucian	18-24	jam
Media Pasir		
Tebal	300-700	mm
Porositas	600-700	
Media Antrasit		
Tebal	400-500	mm
Porositas	0,5	
Lapisan Penyangga		
Kedalaman	80-100	mm
Ukuran butir	2-5	mm
Kedalaman	80-100	mm
Ukuran butir	5-10	mm
Kedalaman	80-100	mm
Ukuran butir	10-15	mm
Kedalaman	80-150	mm
Ukuran butir	15-30	mm

Sumber: SNI 6774, 2008

Rumus yang digunakan dalam perhitungan unit filtrasi adalah sebagai berikut:

$$N = 12 Q^{0,5} \dots\dots\dots (3.15)$$

Keterangan:

N = jumlah bak

Q = debit pengolahan

3.2.2.5. Desinfeksi

Desinfeksi merupakan metode untuk membunuh bakteri yang tidak dikehendaki yang ada di dalam air minum, seperti bakteri patogen sebagai penyebab penyakit. Kemampuan desinfeksi dipengaruhi faktor-faktor

berupa konsentrasi desinfektan, waktu kontak, jenis & jumlah mikroorganisme, dan temperatur (Ali, 2010). Desinfektan yang banyak digunakan dalam unit desinfeksi adalah klorin. Klorin banyak digunakan dalam pengolahan air bersih sebagai oksidator dan desinfektan. Sebagai oksidator, klorin digunakan untuk menghilangkan bau dan rasa pada pengolahan air bersih. Sebagai desinfektan, klorin digunakan untuk membunuh penyakit. Bentuk desinfektan yang ditambahkan akan mempengaruhi kualitas yang didesinfeksi. Penambahan klorin dalam bentuk gas akan menyebabkan turunnya pH air karena terjadi pembentukan asam kuat. Akan tetapi, penambahan klorin dalam bentuk natrium hipoklorit akan menaikkan alkalinitas air tersebut, sehingga pH akan lebih besar. Sedangkan kalsium hipoklorit atau kaporit akan menaikkan pH dan kesadahan total air yang didesinfeksi. Kaporit adalah senyawa kimia yang pada kadar tinggi bersifat korosif. Pada presentasi rendah bisa digunakan sebagai penjernih air, pemutih pakaian, membunuh jentik, dan desinfektan (Adiwisastro, 1989).

Gas klor yang mudah dikenal karena baunya yang khas itu, bersifat merangsang (iritasi terhadap selaput lendir pada mata atau *conjunctiva*), selaput lendir hidung, selaput lendir tenggorok, tali suara, dan paru-paru. Menghisap gas klor dalam konsentrasi 1000 ppm dapat menyebabkan kematian mendadak di tempat. Orang yang menghirup gas klor akan merasakan sakit atau rasa panas dan pedih pada tenggorokan. Hal ini disebabkan pengaruh rangsangan atau iritasi terhadap selaput lendir (*mucus membrane*) yang menimbulkan bintik-bintik kering (kosong) yang terasa pedih, panas, waktu menarik napas terasa sakit dan sukar bernapas. Waktu bernapas terdengar suara desing seperti penderita asma atau bronkhitis (Adiwisastro, 1989).

Klorin, baik dalam bentuk gas maupun cairan mampu mengakibatkan luka yang permanen, terutama kematian. Pada umumnya luka permanen terjadi disebabkan oleh asap gas klorin. Klorin sangat potensial untuk terjadinya penyakit di kerongkongan, hidung dan *tract respiratory* (saluran

kerongkongan di dekat paru-paru). Klorin juga dapat membahayakan sistem pernapasan terutama bagi anak-anak dan orang dewasa. Dalam wujud gas, klor merusak membran mukus dan dalam wujud cair dapat menghancurkan kulit. Tingkat klorida sering naik turun bersama dengan tingkat natrium. Ini karena natrium klorida, atau garam, adalah bagian utama dalam darah (Fitriya, 2015).

3.2.2.6. Reservoir

Reservoir merupakan tempat penampungan air yang telah diolah sebelum didistribusikan ke jaringan distribusi. Pada umumnya ditempatkan di bawah tanah atau diatas tanah dalam bentuk menara atau tower. Saat pemakaian air dibawah rata-rata, reservoir akan menampung kelebihan air untuk digunakan saat pemakaian maksimum (Peavy, 1985)

3.2.3. Unit Distribusi

Unit Distribusi adalah sarana untuk mengalirkan air minum dari bangunan penampung sampai unit pelayanan sehingga standar pelayanan berupa kuantitas, kualitas dan kontinuitas yang dikehendaki dapat tercapai. Metode pendistribusian air tergantung pada kondisi topografi wilayah pelayanan. Metode pengaliran terbagi menjadi tiga cara yaitu secara gravitasi, melalui bantuan pompa, atau metode gabungan (gravitasi dan pompa) (Al-Layla, 1980)

3.2.4. Unit Pelayanan

Sisa klor di sistem distribusi perlu dijaga pada konsentrasi 0,2 hingga 0,5 mg/L dengan waktu kontak 30 menit untuk melindungi air dari kontaminasi setelah pengolahan. Sisa klor yang terkandung dalam air jika kurang dari 0,2 mg/L berhubungan dengan kemampuan desinfeksi dari desinfektan, yaitu kemampuan dari desinfektan akan berkurang sehingga dapat menyebabkan jumlah patogen dalam air akan meningkat. Sedangkan jika sisa klor pada air lebih dari 0,5 mg/l, dapat menimbulkan sifat toksik dan karsinogenik pada konsumen (Sofia, 2016).

3.3. Rantai Pasok SPAM

Rantai pasok merupakan gambaran atau informasi mengenai sistem penyediaan air minum dari sumber air baku hingga ke pelanggan (Chakila, 2022). Tujuan dari rantai pasok adalah mendapatkan gambaran mengenai rantai pasok (diagram alir) sistem penyediaan air minum yang dimiliki operator, dan mendeskripsikan setiap komponen rantai pasok yang telah dibuat (Manual RPAM Operator, 2014)

3.3.1 Komponen Rantai Pasok

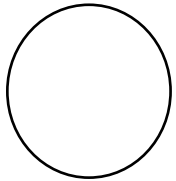
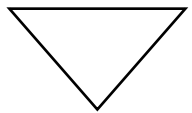
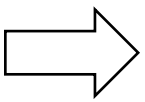

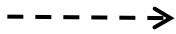
Menurut Manual RPAM Operator yang diterbitkan oleh Kementerian PUPR (2014), rantai pasok harus dapat menggambarkan keseluruhan proses dan tingkat kedetailannya sehingga dapat dimodifikasi untuk memasukan kejadian bahaya dan risiko kedalam rantai pasok tersebut. Komponen penyediaan air minum tersebut mencakup:

- Sumber air baku
- Sistem intake air baku
- Instalasi pengolahan air
- Sistem transmisi air minum dan reservoir
- Jaringan pipa distribusi sampai ke sambungan rumah pelanggan

3.3.2 Lambang-lambang Komponen Rantai Pasok

Gambar diagram alir meliputi seluruh input, proses, dan output pada setiap segmen SPAM, meskipun komponen/unit tersebut tidak beroperasi sepanjang waktu. Standar dalam menggambarkan rantai pasok dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3. 7 Penggunaan Simbol pada Diagram SPAM

Simbol	Arti	Penggunaan
	Tahap Operasi	Untuk menyatakan rangkaian unit pengolahan (seperti intake, <i>broncaptering</i> , IPAM, pompa)
	Tahap Penyimpanan	Untuk menyatakan unit penyimpanan air (seperti <i>reservoir</i>)
	Tahap Transportasi	Untuk menyatakan proses transmisi atau pengaliran air dari sumber menuju IPAM lalu ke distribusi dan konsumen
	Proses Kontinue	Terus berjalan selama proses produksi berlangsung
	Proses sewaktu-waktu	Proses yang hanya berjalan pada waktu tertentu

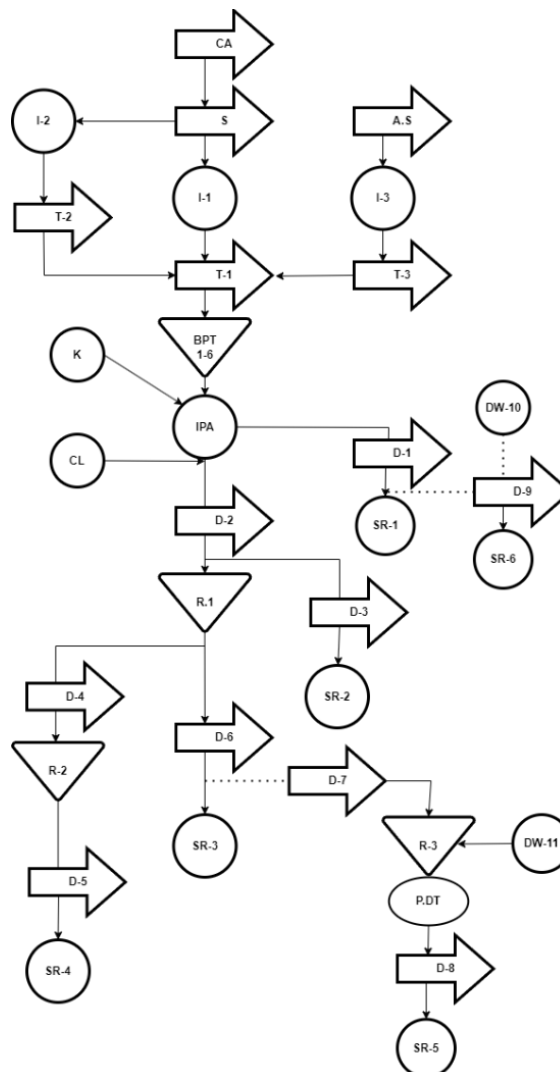
Sumber: Bartram dkk., 2009; WHO, 2016; Kementerian PUPR, 2017

BAB IV

HASIL PEMBAHASAN

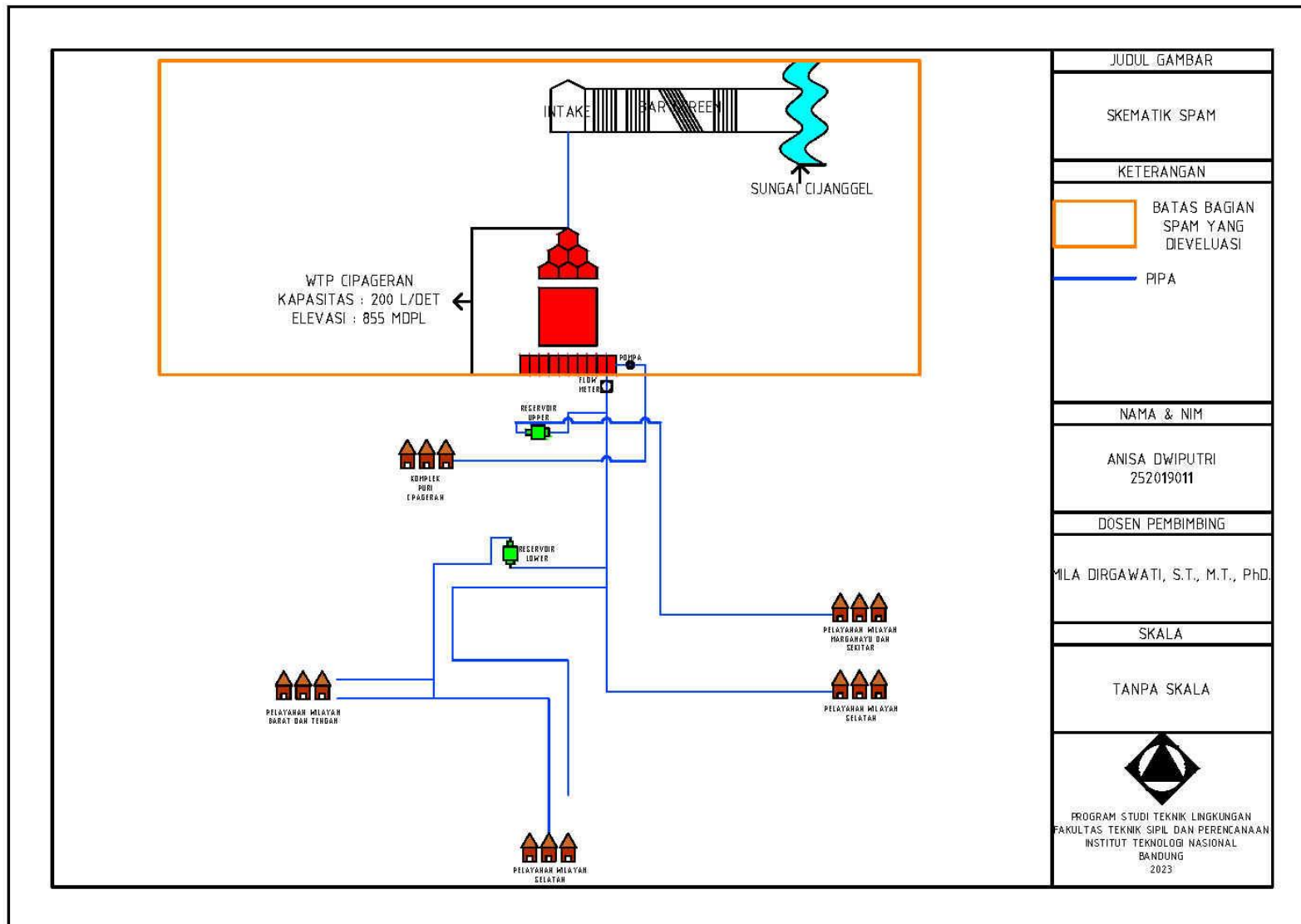
4.1 Rantai Pasok Air Minum pada SPAM Cimahi

Gambar rantai pasok SPAM Cimahi dapat dilihat pada **Gambar 4.1** dengan keterangan gambar tersebut pada **Tabel 4.1** dan Skematik SPAM dapat dilihat pada **Gambar 4.2**.



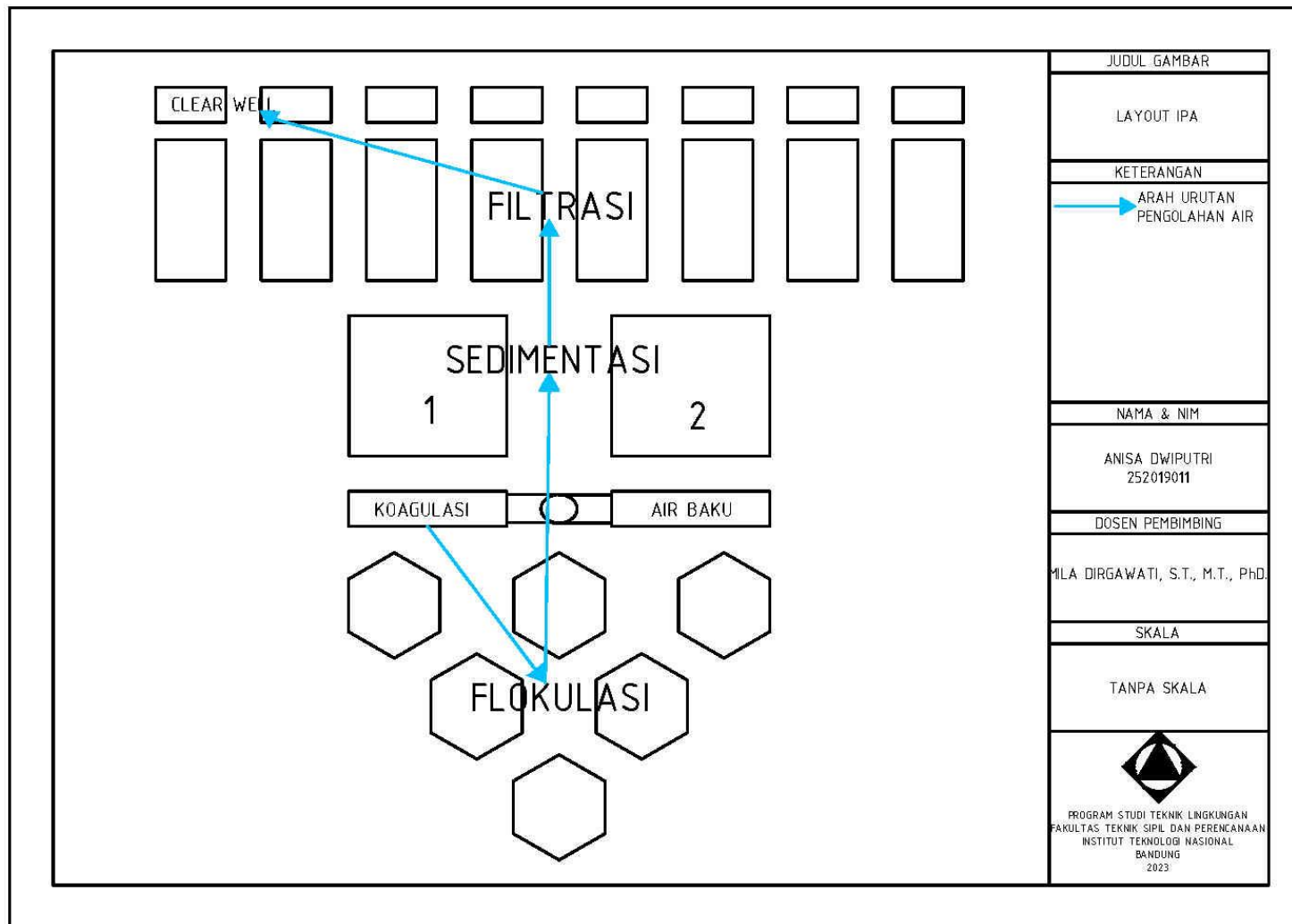
Gambar 4. 1 Rantai Pasok SPAM Cimahi

Sumber: Hasil Analisis, 2023



Gambar 4. 2 Skematik SPAM

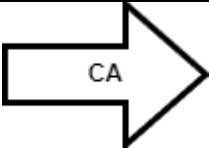
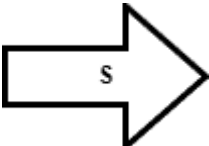
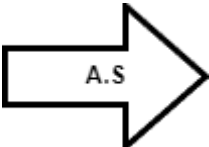

Sumber: Hasil Analisis, 2023



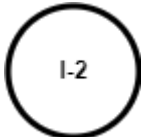
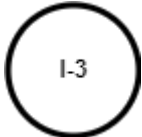
Gambar 4. 3 Layout Instalasi Pengolahan Air

Sumber: Hasil Analisis, 2023

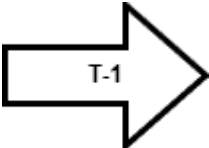
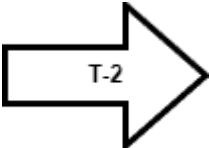
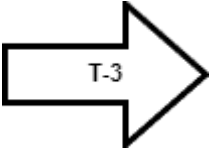

Tabel 4. 1 Penjelasan Rantai Pasok SPAM Cimahi

Kode Lokasi	Simbol	Nama Lokasi	Deskripsi	Penanggung Jawab
C.A		<i>Catchment Area</i>	Gunung Burangrang, Situ Lembang	PERHUTANI, KOPASUS
s		<ul style="list-style-type: none"> • Sumber Air Baku = Sungai Cimahi • Lokasi = Desa Kertawangi, Cisarua, Kabupaten Bandung Barat 	Sungai Cimahi	Dirjen Sumber Daya Air
A.S		<ul style="list-style-type: none"> • Sumber Air Baku = DAS Sungai Cimahi • Lokasi = Desa Kertawangi, Cisarua, Kabupaten Bandung Barat 	DAS Sungai Cimahi	Dirjen Sumber Daya Air
I-1		<p>Intake 1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lokasi = Desa Kertawangi, Cisarua, Kabupaten Bandung Barat 	<ul style="list-style-type: none"> • Elevasi = ± 1.490 m • Kapasitas <ul style="list-style-type: none"> - Minimum = 40 L/det - Rata-rata = 160 L/det - Maksimum = 180 L/det • Tipe = <i>Intake</i> Bendung • Tahun Konstruksi = 1992 	Kasie Produksi dan Air Baku Wilayah IV


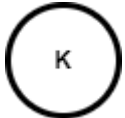
Tabel 4. 1 Penjelasan Rantai Pasok SPAM Cimahi

Kode Lokasi	Simbol	Nama Lokasi	Deskripsi	Penanggung Jawab
			<ul style="list-style-type: none"> Ijin SIPPA dari Sungai Cimahi = 200 L/det 	
I-2		Intake 2 Lokasi = Desa Kertawangi, Cisarua, Kabupaten Bandung Barat	<ul style="list-style-type: none"> Elevasi = \pm 1.495 m Kapasitas <ul style="list-style-type: none"> - Minimum = 60 L/det - Rata-rata = 180 L/det - Maksimum = 200 L/det Tipe = <i>Intake</i> Sadap Tahun Konstruksi = 2017 Peruntukan = Antisipasi musim kemarau 	Kasie Produksi dan Air Baku Wilayah IV
I-3		Intake 3 Lokasi = Desa Kertawangi, Cisarua, Kabupaten Bandung Barat	<ul style="list-style-type: none"> Elevasi = \pm 1.536 m Kapasitas <ul style="list-style-type: none"> - Minimum = 40 L/det - Maksimum = 200 L/det Tipe = <i>Intake</i> Bronjong Tahun Konstruksi = 2020 	Kasie Produksi dan Air Baku Wilayah IV

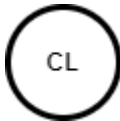


Tabel 4. 1 Penjelasan Rantai Pasok SPAM Cimahi

Kode Lokasi	Simbol	Nama Lokasi	Deskripsi	Penanggung Jawab
			<ul style="list-style-type: none"> Peruntukan = Antisipasi musim kemarau 	
T-1		Transmisi Air Baku	<ul style="list-style-type: none"> Jenis Bahan = <i>Steel</i> Diameter = 300 mm Panjang = 9.237 m Tahun Pemasangan Pipa = 1992 	Kasie Produksi dan Air Baku Wilayah IV
T-2		Transmisi Air Baku	<ul style="list-style-type: none"> Jenis Bahan = <i>PVC</i> Diameter = 200 mm Panjang = 9.237 m Tahun Pemasangan Pipa = 2017 	Kasie Produksi dan Air Baku Wilayah IV
T-3		Transmisi Air Baku	<ul style="list-style-type: none"> Jenis Bahan = <i>PVC</i> Diameter = 200 mm dan 300 mm Panjang = 3.420 m dan 3008 m Tahun Pemasangan Pipa = 2020 	Kasie Produksi dan Air Baku Wilayah IV
BPT 1-6		Bak Pelepas Tekan Lokasi =	Elevasi <ul style="list-style-type: none"> BPT 1 = ± 1.338 m BPT 2 = ± 1.247 m 	Kasie Produksi dan Air Baku Wilayah IV

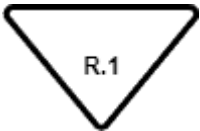
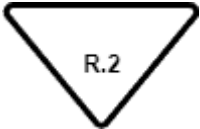
Tabel 4. 1 Penjelasan Rantai Pasok SPAM Cimahi

Kode Lokasi	Simbol	Nama Lokasi	Deskripsi	Penanggung Jawab
		<ul style="list-style-type: none"> • BPT 1 = Desa Mekarwangi Cisarua • BPT 2 = Desa Punclut Cisarua • BPT 3 = Desa KUD Jambupida • BPT 4 = Desa Jambupida, Cisarua • BPT 5 = J;. Kolmas Cisarua • BPT 6 = Jl. Kolmas Cisarua 	<ul style="list-style-type: none"> • BPT 3 = ± 1.167 m • BPT 4 = ± 1.090 m • BPT 5 = ± 990 m • BPT 6 = ± 933 m 	
IPA		IPA Cipageran Lokasi = Kelurahan Cipageran, Kota Cimahi	<ul style="list-style-type: none"> • Kapasitas = 166 L/det • Elevasi = ± 855 m Satuan operasi dan satuan proses flokulasi, koagulasi, sedimentasi., filtrasi, desinfeksi	Kasie Produksi dan Air Baku Wilayah IV
KOAGULASI		IPA Cipageran Lokasi = Kelurahan Cipageran, Kota Cimahi	<ul style="list-style-type: none"> • Tahun konstruksi = 1992 • Kapasitas Pompa Transfer = 0,21 m³/menit • Elevasi = ± 855 m • Tipe pompa = DPE-CV0-D-32 • Tahun Konstruksi = 1992 	Kasie Produksi dan Air Baku Wilayah IV

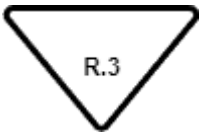
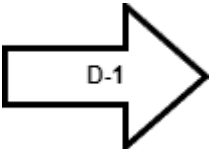
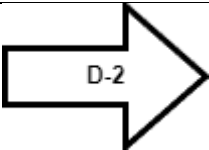
Tabel 4. 1 Penjelasan Rantai Pasok SPAM Cimahi

Kode Lokasi	Simbol	Nama Lokasi	Deskripsi	Penanggung Jawab
KLORINASI		IPA Cipageran Lokasi = Kelurahan Cipageran, Kota Cimahi	<ul style="list-style-type: none"> Kapasitas Pompa Transfer = 0,33 L/menit Elevasi = ± 855 m Tipe pompa = YSJ7114 Tahun Konstruksi = 2020 	Kasie Produksi dan Air Baku Wilayah IV
DW-10		<i>Deep well 10</i> Lokasi = Desa Cidahu Kelurahan Tanimulya Cimahi	<ul style="list-style-type: none"> Elevasi = ± 778 m Kapasitas = <ul style="list-style-type: none"> Minimum = 9 L/det Maksimum = 20 L/det Tinggi air = <ul style="list-style-type: none"> Minimum = 40 m Maksimum = 160 m Tipe = Submersible Tahun Konstruksi = 1985 	Kasie Produksi dan Air Baku Wilayah IV
DW-11		<i>Deep well 11</i> Lokasi = Kelurahan Cimindi Kota Cimahi	<ul style="list-style-type: none"> Elevasi = ± 758 m Kapasitas = <ul style="list-style-type: none"> Minimum = 0 L/det Maksimum = 7 L/det 	Kasie Produksi dan Air Baku Wilayah IV

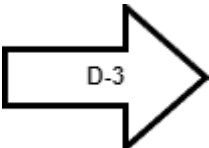
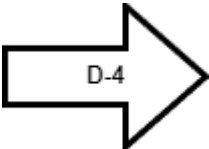
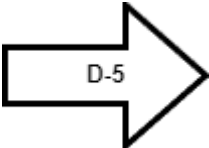
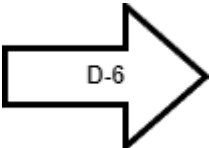
Tabel 4. 1 Penjelasan Rantai Pasok SPAM Cimahi

Kode Lokasi	Simbol	Nama Lokasi	Deskripsi	Penanggung Jawab
			<ul style="list-style-type: none"> Tinggi air = <ul style="list-style-type: none"> Minimum = 40 m Maksimum = 120 m Tipe = Submersible Tahun Konstruksi = 1986 	
R-1		Reservoir 1 <i>Upper</i> Lokasi = Kelurahan Cipageran, Cimahi	<ul style="list-style-type: none"> Reservoir Permukaan Elevasi = ± 798 m Tinggi muka air = <ul style="list-style-type: none"> Minimum = 0,2 m Maksimum = 3,5 m Volume = 1.000 m³ Tahun konstruksi = 1992 Status = Tidak diaktifkan 	Kasie Distribusi dan ATR Wilayah VI
R-2		Reservoir 2 <i>Lower</i> Lokasi = Kelurahan Cipageran, Cimahi	<ul style="list-style-type: none"> Reservoir Permukaan Elevasi = ± 783 m Tinggi muka air = <ul style="list-style-type: none"> Minimum = 0,2 m Maksimum = 3,5 m 	Kasie Distribusi dan ATR Wilayah VI

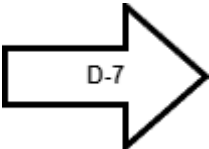
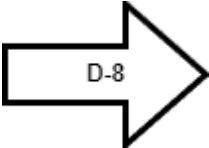
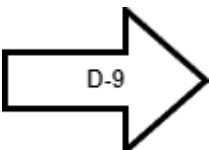
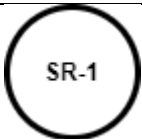
Tabel 4. 1 Penjelasan Rantai Pasok SPAM Cimahi

Kode Lokasi	Simbol	Nama Lokasi	Deskripsi	Penanggung Jawab
			<ul style="list-style-type: none"> • Volume = 2.000 m³ • Tahun konstruksi = 1985 • Status = Diaktifkan 	
R-3		Reservoir 3 (DW 11) Lokasi = Jl. Budhi Kelurahan Cimindi, Cimahi	<ul style="list-style-type: none"> • Reservoir Permukaan • Elevasi = ±758 m • Tinggi muka air = <ul style="list-style-type: none"> - Minimum = 0,2 m - Maksimum = 2,5 m • Volume = 50 m³ • Tahun konstruksi = 1985 • Status = Diaktifkan 	Kasie Distribusi dan ATR Wilayah VI
D-1		Jaringan Pipa/Sistem Distribusi ke SR Puri Cipageran Indah (Cimahi Utara)	<ul style="list-style-type: none"> • Jenis/Bahan = PVC • Diameter = 160 mm • Panjang = 1.958 m • Tahun Pemasangan = 2002 	Kasie Distribusi dan ATR Wilayah VI
D-2		Jaringan Pipa/Sistem Distribusi ke SR Puri Cipageran Indah (Cimahi Utara)	<ul style="list-style-type: none"> • Jenis/Bahan = PVC, Steel • Diameter = 300 mm • Panjang = 790 m 	Kasie Distribusi dan ATR Wilayah VI

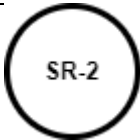





Tabel 4. 1 Penjelasan Rantai Pasok SPAM Cimahi

Kode Lokasi	Simbol	Nama Lokasi	Deskripsi	Penanggung Jawab
D-3		Jaringan Pipa/Sistem Distribusi ke SR Puri Cipageran Indah (Cimahi Utara)	<ul style="list-style-type: none"> • Tahun Pemasangan = 1993 • Jenis/Bahan = PVC, ACP, Steel • Diameter = 160 mm • Panjang = 2.441 m • Tahun Pemasangan = 1993 (PVC) • Tahun Pemasangan = 1985 (ACP) 	Kasie Distribusi dan ATR Wilayah VI
D-4		Jaringan Pipa/Sistem Distribusi ke Lower	<ul style="list-style-type: none"> • Jenis/Bahan = Steel • Diameter = 400 mm • Panjang = 498 m • Tahun Pemasangan = 1993 	Kasie Distribusi dan ATR Wilayah VI
D-5		Jaringan Pipa/Sistem Distribusi ke SR Wilayah Barat & Selatan	<ul style="list-style-type: none"> • Jenis/Bahan = Steel • Diameter = 500 mm • Panjang = 3.002 m • Tahun Pemasangan = 1994 	Kasie Distribusi dan ATR Wilayah VI
D-6		Jaringan Pipa/Sistem Distribusi ke SR	<ul style="list-style-type: none"> • Jenis/Bahan = ACP, PVC, Steel • Diameter = 300 mm • Panjang = 3.787 m • Tahun Pemasangan = 1994 	Kasie Distribusi dan ATR Wilayah VI

Tabel 4. 1 Penjelasan Rantai Pasok SPAM Cimahi

Kode Lokasi	Simbol	Nama Lokasi	Deskripsi	Penanggung Jawab
D-7		Jaringan Pipa/Sistem Distribusi ke SR Jl. Cibabat, Pesantren, Taman Mutiara, DW 11	<ul style="list-style-type: none"> Jenis/Bahan = ACP, PVC, Steel Diameter = 160 mm Panjang = 5.110 m Tahun Pemasangan = 1994 Tahun Pemasangan = 1985 (ACP) 	Kasie Distribusi dan ATR Wilayah VI
D-8		Jaringan Pipa/Sistem Distribusi ke SR Cimindi	<ul style="list-style-type: none"> Jenis/Bahan = PVC Diameter = 160 mm Panjang = 1.370 m Tahun Pemasangan = 1988 	Kasie Distribusi dan ATR Wilayah VI
D-9		Jaringan Pipa/Sistem Distribusi ke SR Cidahu, Pondok Bahagia	<ul style="list-style-type: none"> Jenis/Bahan = ACP Diameter = 200 mm Panjang = 1.272 m Tahun Pemasangan = 1985 	Kasie Distribusi dan ATR Wilayah VI
SR.1		Sambungan Rumah 1	Daerah Pelayanan Komplek Puri Cipageran Indah	Kasie Distribusi dan ATR Wilayah VI

Tabel 4. 1 Penjelasan Rantai Pasok SPAM Cimahi

Kode Lokasi	Simbol	Nama Lokasi	Deskripsi	Penanggung Jawab
SR.2		Sambungan Rumah 2	Daerah Pelayanan Margaluyu	Kasie Distribusi dan ATR Wilayah VI
SR.3		Sambungan Rumah 3	Daerah Pelayanan Upper	Kasie Distribusi dan ATR Wilayah VI
SR.4		Sambungan Rumah 4	Daerah Pelayanan Lower	Kasie Distribusi dan ATR Wilayah VI
SR.5		Sambungan Rumah 5	Daerah Pelayanan Jalan Budhi	Kasie Distribusi dan ATR Wilayah VI
SR.6		Sambungan Rumah 6	Daerah Pelayanan Cidahu, Pondok Bahagia	Kasie Distribusi dan ATR Wilayah VI
			Proses Kontinu	Kasie Distribusi dan ATR Wilayah VI

Tabel 4. 1 Penjelasan Rantai Pasok SPAM Cimahi

Kode Lokasi	Simbol	Nama Lokasi	Deskripsi	Penanggung Jawab
	----->		Proses Intermitten	Kasie Distribusi dan ATR Wilayah VI

4.2 Sumber

a. Deskripsi

Sumber air baku pada SPAM Cimahi berasal dari air permukaan, yaitu Sungai Cijanggal yang berasal dari Gunung Tangkuban Perahu dengan debit 200 L/det. Sumber air baku diambil menggunakan tiga buah *intake* saluran terbuka yang memiliki kapasitas 40-200 L/det, masing-masing intake tersebut berada pada elevasi ± 1536 m, ± 1495 m, dan ± 1490 m. Intake saluran terbuka tersebut bekerja dengan memanfaatkan gravitasi dalam mengalirkan air sungai. Bangunan *intake* dapat dilihat pada **Gambar 4.2**

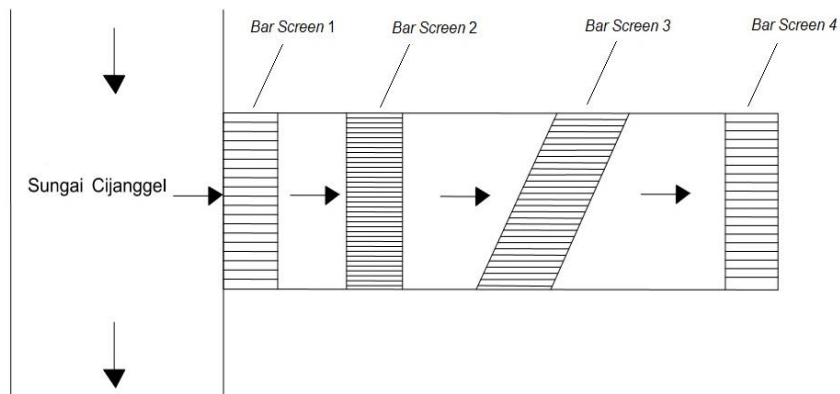


Gambar 4. 4 Bangunan Intake Pertama

Sumber: Dokumentasi, 2022

Bangunan intake memiliki dimensi panjang 4 meter; lebar 2,4 meter, dan tinggi 3 meter, yang dilengkapi dengan empat *screen* dan satu *penstock*. *Screen* pertama terletak di depan terbuat dari bahan baja dengan jarak antar batang 7,4 cm, dilanjutkan dengan *penstock* sebagai pengatur aliran. Setelah

itu terdapat *screen* yang memiliki jarak antar setiap batang sebesar 4 cm dan *screen* dengan kemiringan terhadap horizontal 30° kemiringan tersebut berfungsi untuk menggiring sampah menuju sudut bangunan *intake*, sehingga sampah tidak menghalangi dan masuk ke pipa transmisi. Selanjutnya terdapat *screen* di mulut pipa 300 mm dengan jarak antar batang sebesar 7 cm. Gambar layout *bar screen* dan gambar Eksisting *bar screen* dapat dilihat pada **Gambar 4.3** dan **Gambar 4.4-4.5**



Gambar 4. 5 *Layout Bar Screen*

Sumber: Perumda Tirta Raharja, 2022



Gambar 4. 6 *Bar Screen Intake 1*

Sumber: Dokumentasi, 2022



Gambar 4. 7 *Bar Screen Intake 2*

Sumber: Dokumentasi, 2022

b. Evaluasi

Evaluasi unit *intake* dilakukan dengan memperhitungkan kecepatan aliran pada saringan kasar dan kecepatan aliran pada saingan halus. Data Eksisting untuk memperhitungkan kecepatan aliran dapat dilihat pada **Tabel 4.2** dan kriteria desain untuk unit *intake* dapat dilihat pada **Tabel 4.3**

Tabel 4. 2 Data Eksisting Unit *Intake*

Parameter	Nilai	Satuan
Panjang	4	m
Lebar	2,5	m
Tinggi	3,0	m
Jarak antar batang saringan	7,5	cm
Jumlah batang	30	buah

Sumber: Perumda Tirta Raharja, 2022

Tabel 4. 3 Kriteria Desain Unit Intake

Parameter	Kriteria Desain
Kecepatan aliran pada saringan kasar	<0,08 m/detik
Kecepatan aliran pada saringan halus	<0,2 m/detik

Sumber: Qasim, 2000

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh bahwa kecepatan aliran baik pada saringan kasar dan saringan halus keduanya telah memenuhi kriteria desain. Rekapitulasi hasil perhitungan unit intake dibandingkan dengan kriteria desain dapat dilihat pada **Tabel 4.4**

Tabel 4. 4 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Unit Intake

Parameter	Kriteria Desain	Nilai	Keterangan
Kecepatan aliran pada saringan kasar	<0,08 m/detik	0,02 m/detik	Sesuai kriteria desain
Kecepatan aliran pada saringan halus	<0,2 m/detik	0,033 m/detik	Sesuai kriteria desain

Sumber: Hasil Perhitungan, 2023

4.3 Sistem Transmisi

a. Deskripsi

Setelah melalui masing-masing *intake*, air baku disalurkan menggunakan pipa transmisi berbahan steel dan PVC berdiameter berturut-turut sebesar 300 mm, 200 mm, dan 200 mm. Pengaliran melalui pipa tersebut juga bekerja menggunakan sistem gravitasi, menuju ke Instalasi Pengolahan Air (IPA) yang berada pada elevasi 855 m, berlokasi pada Kelurahan Cipageran Cimahi. IPA SPAM Cimahi memiliki kapasitas produksi sebanyak 166 L/det. Gambar pipa transmisi dapat dilihat pada **Gambar 4.6**



Gambar 4. 8 Pipa Transmisi

Sumber: Dokumentasi, 2022

SPAM Cimahi memiliki Bak Pelepas Tekanan (BPT) sebanyak enam buah yang memiliki elevasi tertinggi ± 1338 m hingga terendah ± 933 m. BPT tersebut diperlukan untuk menghindari tekanan yang tinggi akibat perbedaan elevasi yang besar (>100 m) yang dapat berakibat pada pecahnya pipa. Terdapat pula sembilan pipa distribusi yang terhubung ke enam sambungan rumah. Wilayah yang dilayani oleh SPAM Cimahi mencakup seluruh Kota Cimahi yaitu Kecamatan Cimahi Selatan, Kecamatan Cimahi Utara, dan Kecamatan Cimahi Tengah. Artinya SPAM Cimahi melayani sebanyak 571,6 ribu jiwa pada tahun 2021.



Gambar 4. 9 Bak Pelepas Tekan

Sumber: Perumda Tirta Raharja, 2022

b. Evaluasi

Pipa transmisi yang digunakan oleh Perumda Air Minum Tirta Raharja telah berusia kurang lebih 30 tahun. Pipa yang sudah lama digunakan umumnya dapat berkorosi, akibat pengaruh dari mineral-mineral yang terkandung dalam air. Menurut Fontana (1967) Banyaknya partikel padat/mineral-mineral yang terkandung di dalam air bertendensi menyebabkan terbentuknya deposit. Deposit yang keras dan melekat kuat di permukaan logam disebabkan oleh konsentrasi mineral-mineral yang melebihi batas kelarutannya. Akibat adanya deposit maka di daerah bawah deposit akan mudah terbentuk korosi.

Pada BPT terdapat beberapa permasalahan, yaitu kondisi pipa yang kurang pengawasan dan perawatan sehingga menyebabkan kerusakan dari segi estetika. Pipa transmisi dengan *inlet* IPA memiliki jarak sepanjang 9.526 km, jarak yang jauh tersebut dapat menyebabkan pipa rawan akan kebocoran, sehingga perlu dilakukan pemeliharaan dan pengawasan untuk pipa transmisi dan bak Pelepas tekan. Perumda Air Minum Tirta Raharja memiliki rencana pemasangan *pressure reducing valve* (PRV) atau katup Pelepas tekan sehingga dapat menghemat biaya pembangunan dan perawatan BPT, selain itu memiliki kemudahan dalam melakukan otomasi dan pengawasan. Perawatan pipa dan BPT sebaiknya dilaksanakan mengikuti ketentuan SNI 6775:2008 tentang Tata cara pengoperasian dan pemeliharaan unit paket Instalasi Pengolahan Air.

4.4 Instalasi Pengolahan Air Cimahi

Air yang telah melalui pipa transmisi kemudian diolah pada IPA Cimahi Unit-unit pengolahan yang berada pada IPA Cimahi berupa koagulasi hidrolik dengan tipe terjunan, flokulasi hidrolik tipe *hexacoidal*, sedimentasi dengan *tube settler*, filtrasi saringan pasir cepat, dan klorinasi. IPA Cimahi melakukan produksi air selama 24 jam/hari dengan debit rata-rata air produksi sebanyak 200 L/s dan debit distribusi sebesar 180 L/s. IPA Cimahi telah dilengkapi dengan sistem bernama *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA).

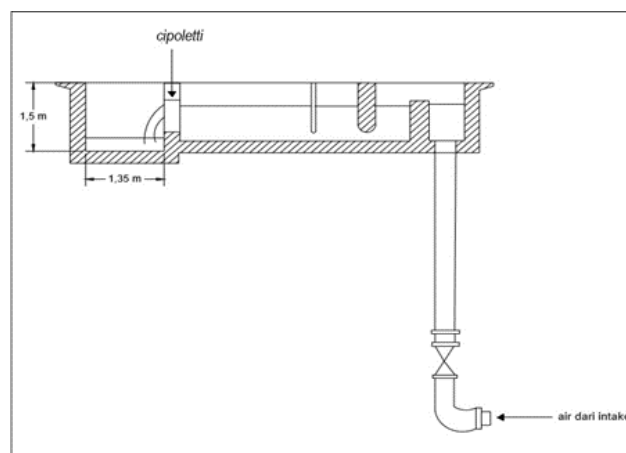
Sistem tersebut dapat mengukur debit masuk, kekeruhan, dan pH setiap unit instalasi.

4.4.1. Unit Koagulasi

a. Deskripsi

Koagulasi merupakan unit pengolahan pertama pada IPA Cimahi yang berfungsi untuk mendestabilisasi partikel-partikel koloid berukuran yang berukuran $1 \text{ m}\mu$ (10^{-6} mm) – 1μ (10^{-3} mm) dengan menggunakan pengadukan cepat, dengan tujuan agar koagulan tercampur secara sempurna (homogen) dengan koloid sehingga membentuk mikroflok. Unit koagulasi pada IPA Cimahi dilengkapi dengan cipoletti, yang berfungsi untuk mengukur debit yang masuk ke dalam IPA.

Sebelum memasuki unit koagulasi terdapat sensor yang direncanakan terhubung dengan SCADA untuk mengukur debit masuk, kekeruhan, dan pH tetapi sensor tersebut belum terhubung dengan aplikasi SCADA. Sehingga pengukuran debit, kekeruhan, dan pH masih dilakukan secara manual.



Gambar 4. 10 Letak Cipoteli Bak Koagulasi

Sumber: Perumda Tirta Raharja, 2022

Koagulan yang digunakan pada unit koagulasi IPA Cimahi adalah alum (tawas) atau Alumunium Sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$). Koagulan tersebut dicampurkan dengan air baku menggunakan prinsip *hydraulic jump*, dalam bak koagulasi yang berdimensi panjang 2,5 m; lebar 1,35 m; dan tinggi 1,5 m. Koagulan didistribusikan ke dalam bak menggunakan pompa koagulasi dengan kapasitas 0,21 m³/menit dengan tipe DPE-CV0-D-32 pada elevasi +855 m. Dosis optimum koagulan ditentukan menggunakan *jar test* yang dilakukan setiap hari dengan durasi sekitar satu jam.

Dosis optimum koagulan yang digunakan ditentukan dengan menggunakan *jar test*. Berikut merupakan tahap-tahap dalam menggunakan *jar test*:

1. Persiapan koagulan dengan mengambil koagulan yang sudah dilarutkan, untuk IPA Cimahi digunakan dengan 250 kg serbuk alum dilarutkan pada 6000 liter air (volume tangki pelarut). Sehingga konsentrasi induk koagulan:

$$C_{\text{Koagulan}} = \frac{250 \text{ kg}}{6000 \text{ L}} = \frac{2,5 \times 10^8 \text{ mg}}{6000 \text{ L}} = 41.666,67 \text{ mg/L}$$

2. Pengambilan air baku kurang lebih 20 liter langsung dari sungai (*intake*) atau apabila tidak memungkinkan dari air baku instalasi pengolahan, kemudian diukur dan dicatat temperature, pH, dan kekeruhan air
3. Disiapkan gelas beker ukuran 1.000 ml dan diisi air baku sebanyak 1000 ml, kemudian dimasukan koagulan alum ke dalam masing-masing gelas sesuai dengan dosisi yang akan diuji. Untuk air baku dari Sungai Cijanggel sendiri, rata-rata pemakaian alum adalah sekitar 12-18 ppm sehingga *range* pengujian adalah 10, 12, 14, 18, dan 20 ppm. Kemudian alum dimasukan ke dalam gelas beker dengan perhitungan sebagai berikut:

$$V_{\text{alum}} = \frac{V_{\text{air baku}}(\text{ml}) \times C_{\text{uji}}(\text{ppm})}{C_{\text{koagulan}}(\text{ppm})}$$

Sebagai contoh perhitungan untuk dosis 10 ppm

$$V_{alum} = \frac{1.000 \text{ ml} \times 10 \text{ ppm}}{41.666,67 \text{ ppm}} = 0,24 \text{ ml}$$

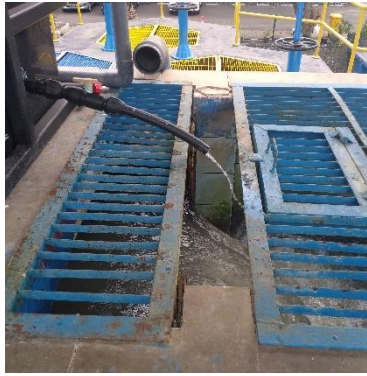
4. Kemudian masukan gelas beker ke motor pengaduk dan diatur dengan kecepatan 100 rpm selama 60 detik untuk pengadukan cepat atau proses koagulasi. Kemudian kecepatan diturunkan menjadi 30-40 rpm selama 15 menit untuk pengadukan lambat atau flokulasi
5. Setelah selesai, hentikan pengadukan dan biarkan flok-flok mengendap selama 30 menit
6. Ambil contoh air bagian atas menggunakan pipet 10 ml secara hari-hari sehingga flok tidak terbawa kedalam uji kekeruhan. Kemudian uji kekeruhan dari seluruh air di gelas beker dan catat hasilnya.

Dosis alum optimum pada IPA Cimahi umumnya adalah 14 ppm dengan pemakaian sekitar 250-300 kg perhari tergantung pada situasi. Apabila dalam keadaan normal kekeruhan awal dari air baku biasanya jernih dan dibawah 50 NTU, tetapi ketika musim hujan dan terjadi bencana pada *intake* kekeruhan bisa meningkat hingga mencapai 500 NTU.



Gambar 4. 11 Sensor Kekeruhan dan pH

Sumber: Perumda Tirta Raharja, 2022



Gambar 4. 12 Pembubuhan Koagulan

Sumber: Dokumentasi, 2022

b. Evaluasi

Evaluasi unit koagulasi dilakukan dengan memperhitungkan nilai waktu detensi (td) dan gradien kecepatan (G) berdasarkan data Eksisting yang diketahui, kemudian hasil perhitungan tersebut dibandingkan dengan literatur yang tersedia. Data Eksisting dan kriteria desain dapat dilihat pada **Tabel 4.2 dan Tabel 4.3**

Tabel 4. 5 Data Eksisting Unit Koagulasi

Parameter	Nilai	Satuan
Debit air	0,2	m ³ /detik
Panjang bak koagulasi	2,5	m
Lebar bak koagulasi	1,35	m
Kedalaman bak koagulasi	1,25	m
Tinggi terjunan	0,6	m

Sumber: Perumda Tirta Raharja, 2022

Tabel 4. 6 Kriteria Desain Unit Koagulasi

Parameter	Kriteria Desain	Sumber
Gradien kecepatan (G)	100 – 1.000 detik ⁻¹	Qasim, 2000
Waktu detensi (td)	20 – 60 detik	Masduqi, 2012
Bilangan Champ (Gtd)	5.000 – 18.000	Reynolds, 1982

Rekapitulasi hasil evaluasi dimensi unit koagulasi tercantum pada **Tabel 4.4**

Tabel 4. 7 Rekapitulasi Hasil Evaluasi Dimensi Unit Koagulasi

Parameter	Kriteria Desain	Nilai	Keterangan
Waktu detensi (td)	20 – 60 detik	21,09 detik	Sesuai kriteria desain
Gradien kecepatan (G)	100 – 1.000 detik ⁻¹	558,99 detik ⁻¹	Sesuai kriteria desain
Bilangan Champ (Gtd)	5.000 – 18.000	11.791,29	Sesuai kriteria desain

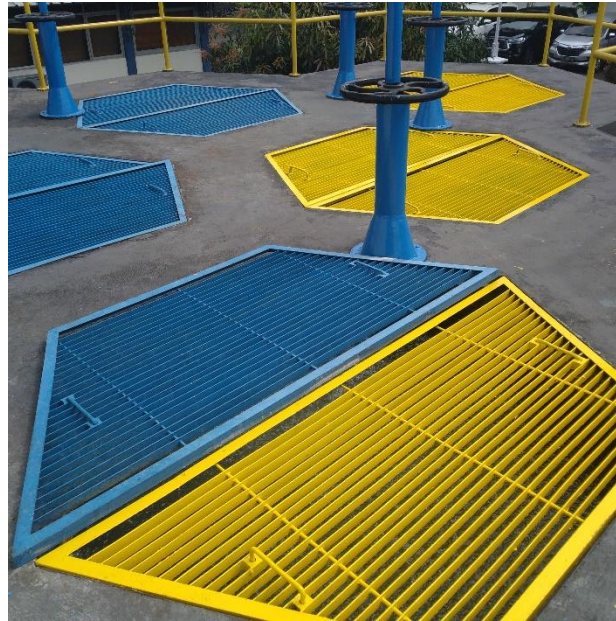
Sumber: Hasil Analisis, 2023

Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa nilai dari waktu detensi telah sesuai dengan kriteria desain menandakan bahwa koagulan dan air baku telah tercampur dengan secara optimal. Nilai gradien kecepatan pula telah memenuhi kriteria desain yang menandakan bahwa air turbulen, sehingga partikel-partikel dalam air saling bertumbukan untuk membentuk inti flok, dan bilangan champ telah memenuhi kriteria desain, menunjukkan bahwa reaktor berjalan secara efisien. Kesesuaian tersebut dapat ditunjukkan dengan penurunan parameter kekeruhan secara signifikan.

4.4.2. Unit Flokulasi

a. Deskripsi

Unit kedua setelah dilakukanya proses koagulasi, yaitu ada unit flokulasi pada unit ini dilakukan pengadukan secara lambat. Pengadukan secara lambat ini memiliki fungsi agar terjadi kontak antar mikroflok sehingga saling bergabung dan menghasilkan flok dengan ukuran yang lebih besar sehingga dapat lebih mudah untuk mengendap. IPA Cimahi memiliki enam buah unit flokulasi yang berbentuk prisma segienam dengan dimensi panjang setiap sisi adalah 1,2 m; tinggi 6,0 m; dan lebar 2,0 m. Selain itu unit flokulasi pada IPA Cimahi juga dilengkapi dengan pipa outlet berdiameter 700 mm, dan pipa drain berdiameter 150 mm.

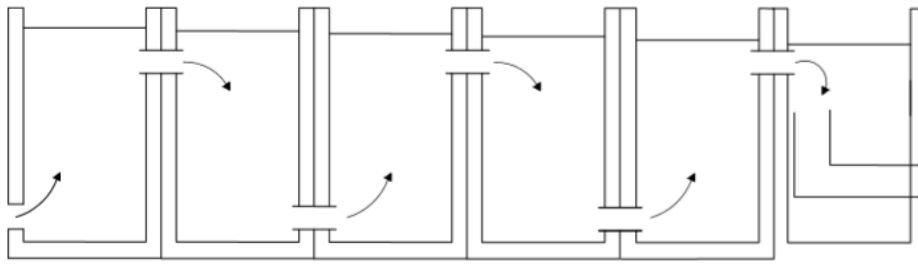


Gambar 4. 13 Unit Flokulasi

Sumber: Dokumentasi, 2022

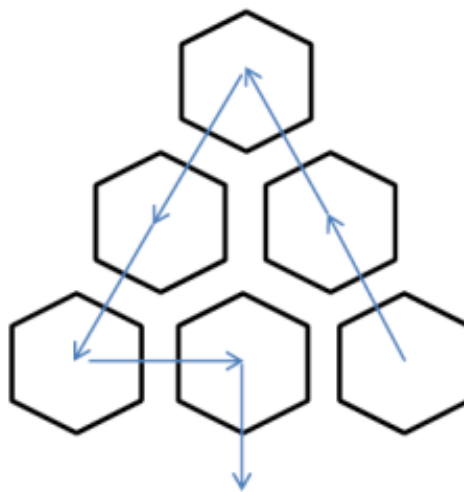
Proses flokulasi pada IPA Cimahi dilakukan secara hidrolis, yaitu *baffle channel* dengan aliran vertical (*up down*). Cara kerja unit flokulasi adalah saat air mencapai bak flokulasi yang paling atas, maka air mengalir ke bak flokulasi selanjutnya yang juga menggunakan pengadukan hidrolis berupa *baffle*. Air pada bak flokulasi terakhir akan menuju *outlet* unit flokulasi, kemudian masuk ke dalam *inlet* unit sedimentasi. Setiap unit flokulasi dilengkapi dengan bukaan *penstock* untuk mengatur kecepatan aliran dan kedalaman air pada unit.

Unit flokulasi memiliki pipa *underdrain* yang berfungsi sebagai tempat pemeliharaan dan pembuangan endapan flok yang telah mengendap dahulu dengan kecepatan pengendapan atau *v_{settling}* yang lebih cepat dibanding aliran pada unit flokulasi sebelum memasuki unit sedimentasi. Bak flokulasi dilakukan pengurasan dalam jangka waktu 4-7 hari sekali tergantung dengan kapasitasnya, dan pengurasan dilakukan pada malam hari selama 11 menit agar mencegah keluhan dari warga sekitar dengan pengaliran lumpur yang cukup tinggi menuju saluran drainase.



Gambar 4. 14 Gambar Potongan Bak Flokulasi

Sumber: Perumda Tirta Raharja, 2022



Gambar 4. 15 Arah Aliran Unit Flokulasi

Sumber: Perumda Tirta Raharja, 2022

b. Evaluasi

Evaluasi unit koagulasi dilakukan dengan memperhitungkan gradien kecepatan, waktu detensi, bilangan champ, dan tahap flokulasi. Perhitungan tersebut didasarkan pada dimensi bukaan *sluice gate* yang kemudian hasil perhitungan dibandingkan dengan kriteria desain berdasarkan literatur yang telah diperoleh. Data Eksisting dan kriteria desain dapat dilihat pada **Tabel 4.8 dan Tabel 4.10**

Tabel 4. 8 Data Eksisting Unit Flokulasi

Parameter	Nilai	Satuan
Debit air	0,2	m ³ /detik
Jumlah kompartemen	6	Buah
Tipe bak	Flokulator hidrolis yang berbentuk heksagonal	
Panjang bak flokulasi	1,2	m
Lebar bak flokulasi	2,0	m
Kedalaman bak Flokulasi	6,0	m

Sumber: Perumda Tirta Raharja, 2022

Tabel 4. 9 Data Dimensi Bukaan Sluice Gate di Unit Flokulasi

Kompartemen	Lebar <i>Sluice Gate</i> (m)	Tinggi Bukaan <i>Sluice Gate</i> (m)	Tinggi Muka Air (m)
1	0,85	0,3	5,85
2	0,85	0,2	5,70
3	0,85	0,3	5,66
4	0,85	0,4	5,65
5	0,85	0,5	5,59
6	0,85	0,3	5,57

Sumber: Perumda Tirta Raharja, 2022

Tabel 4. 10 Kriteria Desain Unit Flokulasi

Parameter	Kriteria Desain	Sumber
G	5 – 60 detik ⁻¹	SNI 6774:2008
Td	30-45 menit	(Droste, 1997)
Gtd	10.000 – 100.000	(Droste, 1997)
Tahap flokulasi	6 – 10 buah	SNI 6774:2008

Hasil perhitungan evaluasi unit flokulasi dapat dilihat pada **Tabel 4.11**. Berdasarkan Tabel tersebut terlihat bahwa nilai waktu detensi seluruh kompartemen tidak memenuhi kriteria desain, nilai waktu detensi yang diperoleh berada pada nilai sepuluh menit, menurut kriteria desain waktu detensi untuk unit flokulasi seharusnya berkisar diantara 30 menit hingga 45 menit. Begitu pula untuk nilai bilangan champ, berdasarkan hasil perhitungan nilai bilangan champ berkisar 2.000 hingga 3.000 sehingga tidak memenuhi kriteria desain seharusnya yaitu berkisar diantara 10.000 hingga 100.000. Waktu detensi yang dibawah kriteria desain tersebut dapat menyebabkan pembentukan flok tidak optimal, sedangkan waktu detensi diatas kriteria desain menyebabkan flok yang telah terbentuk dapat hancur atau pecah kembali setelah terbentuk. Pada kriteria waktu gradien kecepatan terdapat dua kompartemen yang tidak memenuhi kriteria desain yaitu pada kompartemen empat dan kompartemen lima. Nilai gradien kecepatan untuk kedua kompartemen tersebut berturut-turut adalah 4,334 menit dan 3,486 menit, nilai keduanya yang dibawah kriteria desain dapat menyebabkan kecepatan pengadukan yang terlalu lambat, sehingga pembentukan flok tidak optimal. Seharusnya nilai gradien kecepatan pada tiap kompartemen semakin menurun untuk menciptakan pengadukan lambat secara bertahap. Nilai Gradien kecepatan perlu diatur harus memenuhi kriteria desain tersebut berfungsi agar flok yang terbentuk berukuran lebih besar dan lebih berat sehingga dapat mengendap dengan optimal. Dikarenakan waktu detensi yang tidak memenuhi kriteria desain sehingga diperlukan perubahan dimensi bak flokulasi, pada kecepatan pengadukan yang tidak memenuhi kriteria desain diperlukan pengaturan ulang tinggi dari bukaan pintu antar tiap kompartemen. Bilangan champ menyatakan nilai dari banyaknya tumbukan imajiner antara flok yang terbentuk (Hamzani, 2019). Bilangan champ yang terlalu rendah dapat menyebabkan flok sulit untuk terbentuk sehingga kekeruhan sulit menurun dikarenakan flok tersebut sulit terendap, sedangkan bilangan champ yang tinggi menyatakan banyaknya tumbukan yang terjadi sehingga dapat menyebabkan flok akan hancur kembali. Nilai bilangan champ harus

dipertahankan pada 10.000 hingga 100.000 agar hasil agregasi dapat optimal (Putri, 2023).

Untuk melakukan perbaikan parameter yang belum memenuhi kriteria desain maka dilakukan perhitungan ulang dengan perubahan berupa, bukaan *sluice gate* direncanakan berbeda-beda untuk kompartemen satu hingga kompartemen enam, rencana tinggi bukaan *sluice gate* tersebut berturut-turut adalah 0,15 m; 0,15 m; 0,16 m; 0,18 m; 0,19 m dan 0,2 m

Hasil perhitungan perbaikan dapat dilihat pada **Tabel 4.12**. Rencana perbaikan menunjukkan bahwa seluruh kriteria desain terpenuhi untuk waktu detensi, gradien kecepatan, dan bilangan champ pada seluruh kompartemen. Terlihat pula pada kriteria gradien kecepatan variasi bukaan *sluice gate* dapat menyebabkan penurunan nilai gradien kecepatan dari kompartemen dua hingga kompartemen enam.

Tabel 4. 11 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Evaluasi Unit Flokulasi

Parameter	Kriteria Desain	Satuan	Kompartemen						Keterangan
			1	2	3	4	5	6	
Luas (A) <i>sluice gate</i>	-	m ²	0,255	0,17	0,255	0,34	0,425	0,255	-
Volume (V)	-	m ³	21,886	21,325	21,175	21,138	20,913	20,839	-
Kecepatan aliran (v)	-	m/detik	0,131	0,196	0,131	0,098	0,078	0,131	-
<i>Headloss</i> (hl)	-	m	0,002	0,005	0,002	0,001	0,001	0,002	-
Waktu detensi (td)	30-45	Menit	10,943	10,663	10,588	10,569	10,457	10,419	Seluruh kompartemen tidak memenuhi kriteria desain
Gradien kecepatan (G)	5-60	Detik ⁻¹	6,036	8,631	5,773	4,334	3,486	5,820	Kompartemen 4 dan 5 tidak memenuhi kriteria desain
Bilangan champ (Gtd)	10.000-100.000	-	3.962,90	5.521,80	3.667,57	2.748,12	2.187,09	3.638,27	Seluruh kompartemen tidak memenuhi kriteria desain

Tabel 4. 11 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Evaluasi Unit Flokulasi

Parameter	Kriteria Desain	Satuan	Kompartemen						Keterangan
			1	2	3	4	5	6	
Tahap flokulasi	6-10	Buah	6						Memenuhi kriteria desain

Sumber: Hasil Perhitungan, 2023

Tabel 4. 12 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Rencana Perbaikan Unit Flokulasi

Parameter	Kriteria Desain	Satuan	Kompartemen						Keterangan
			1	2	3	4	5	6	
Luas (A) <i>sluice gate</i>	-	m ²	0,1275	0,1275	0,136	0,153	0,1615	0,17	-
Volume (V)	-	m ³	87,750	87,750	87,600	87,300	87,150	87,000	-
Kecepatan aliran (v)	-	m/detik	0,261	0,261	0,245	0,218	0,206	0,196	-
<i>Headloss</i> (hl)	-	m	0,009	0,009	0,008	0,006	0,005	0,005	-
Waktu detensi (td)	30-45	Menit	43,875	43,875	43,800	43,650	43,575	43,500	Seluruh kompartemen memenuhi kriteria desain

Tabel 4. 12 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Rencana Perbaikan Unit Flokulasi

Parameter	Kriteria Desain	Satuan	Kompartemen						Keterangan
			1	2	3	4	5	6	
Gradien kecepatan (G)	5-60	Detik ⁻¹	6,029	11,508	10,825	9,630	9,173	8,730	Seluruh kompartemen memenuhi kriteria desain
Bilangan champ (Gtd)	10.000-100.000	-	15.870,19	30.295,45	28.448,10	25.221,70	23.984,11	22.784,30	Seluruh kompartemen memenuhi kriteria desain
Tahap flokulasi	6-10	Buah	6						Memenuhi kriteria desain

Sumber: Hasil Perhitungan, 2023

4.4.3. Unit Sedimentasi

a. Deskripsi

Unit sedimentasi pada IPA Cimahi memiliki dimensi panjang 17,5 m; lebar 4,38 m; dan kedalaman 5,65 m dengan bentuk persegi panjang dengan arah vertikal. Unit sedimentasi ini memiliki tujuan untuk mengendapkan flok yang terbentuk pada unit flokulasi secara gravitasi. Terdapat dua unit bak sedimentasi pada IPA Cimahi yang dilengkapi dengan *tube settler* berbentuk heksagonal dan *gutter*. *Tube settler* bertujuan untuk menahan flok-flok yang lebih ringan agar tidak terbawa oleh aliran dan dapat diendapkan ke dalam zona lumpur bagian bawah. *Gutter* berfungsi untuk membuang flok yang mengapung.



Gambar 4. 16 Unit Sedimentasi

Sumber: Perumda Tirta Raharja, 2022

Air memasuki unit sedimentasi melalui pipa baja berdiameter 700 mm dan mengalir melewati saluran pipa *orifice* agar tercipta aliran yang laminar. Pada unit sedimentasi terdapat ruang penampung lumpur yang berguna untuk mengumpulkan lumpur hasil pengendapan pada *tube settler*. Lumpur yang terakumulasi dalam ruang lumpur akan dikuras melalui sebuah pipa berdiameter 400 mm dan langsung dibuang ke saluran pembuangan.

Pengurasan lumpur pada bak sedimentasi dilakukan sesuai kebutuhan, rata-rata pengurasan adalah satu minggu sekali sesuai dengan kekeruhan air baku yang masuk apabila air baku dengan kekeruhan normal. Pengurasan dilakukan pada malam hari dengan durasi 12 menit melalui pipa *underdrain*.



Gambar 4. 17 Saluran Drain

Sumber: Perumda Tirta Raharja, 2022

Unit sedimentasi pada IPA Cimahi terdiri dari zona-zona sebagai berikut:

- Zona *inlet*: sepanjang zona ini terpasang pipa baja dengan diameter 700 mm dan terdapat 34 lubang *orifice* dengan diameter lubang 100 mm pada bagian atas dan 175 mm pada bagian samping.
- Zona pengendapan:
 Panjang = 17,5 m
 Lebar = 4,5 m
 Tinggi = 4,5 m

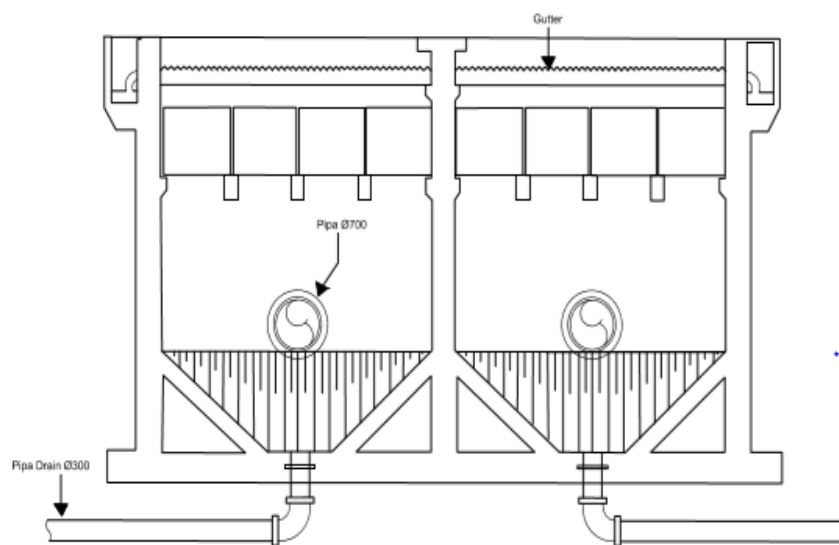
Zona ini dilengkapi dengan *tube settler* yang terbuat dari bahan *fiber glass* dan memiliki kemiringan 60°. Terdapat 2.720 lembar *tube settler* dengan jarak antar *tube settler* 50 mm dan lebar 1,2 m.

- Zona lumpur
 Tinggi = 1,5 m

Lebar = 4,5 m

Panjang = 17,5 m

- Zona outlet: terdiri dari *gutter* dan saluran tertutup. *Gutter* terbuat dari bahan plat baja dengan jumlah saluran 48 buah, tebal plat 15 mm dan panjang 4,5 m. Adapun saluran tertutup terbuat dari beton dan memiliki panjang 17,5 m dan lebar 0,42 m.



Gambar 4. 18 Potongan Unit Sedimentasi

Sumber: Perumda Tirta Raharja, 2022

b. Evaluasi

Evaluasi unit sedimentasi dilakukan dengan membandingkan parameter rasio panjang dan lebar bak sedimentasi, beban permukaan (*surface loading*), kedalaman, waktu detensi, bilangan Reynold, bilangan fraude, dan kemiringan *tube settler* dengan kriteria desain. Data Eksisting yang diperlukan untuk melakukan evaluasi ditunjukkan pada **Tabel 4.13** Dan kriteria desain parameter yang telah disebutkan diatas ditunjukkan pada **Tabel 4.14**

Tabel 4. 13 Data Eksisting Unit Sedimentasi

Parameter	Nilai	Satuan
Jumlah bak	2	Buah
Debit air	0,2	m ³ /detik
Panjang (P)	17,50	m
Lebar (L)	4,38	m
Kedalaman (H)	5,65	m
Kemiringan <i>tube settler</i> (α)	60,00	°
Jarak antar <i>tube settler</i> (w)	0,05	m
Tinggi <i>tube settler</i> (h)	0,225	m

Sumber: Perumda Tirta Raharja, 2022

Tabel 4. 14 Kriteria Desain Unit Sedimentasi

Parameter	Kriteria Desain	Sumber
Rasio panjang lebar	3:1-5:1	Qasim, 2000
Beban permukaan	3,8 – 7,5 m ³ /m ² /jam	SNI 6774:2008
Kedalaman	3 – 6 m	SNI 6774:2008
Waktu detensi	1-2 jam ^{*)}	Darmasetiawan, 2001
Bilangan Reynold	< 2.000	SNI 6774:2008
Bilangan Fraude	>10 ⁻⁵	SNI 6774:2008
Kemiringan <i>tube settler</i>	30°/60°	SNI 6774:2008

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh bahwa nilai beban permukaan yang diperoleh adalah 1,879 m³/m²/jam, nilai tersebut tidak memenuhi kriteria desain yang dipersyaratkan oleh SNI 6778:2008 mengenai tata cara perencanaan unit paket instalasi pengolahan air, yaitu 3,8-7,5 m³/m²/jam. Beban permukaan dibawah kriteria dapat diartikan unit sedimentasi tidak mampu menerima debit yang lebih besar dari 0,2 m³/detik, dalam menangani permasalahan ini perlu dilakukan perubahan dimensi dari unit sedimentasi. Sedangkan untuk kriteria lainnya yaitu bilangan Reynold dan bilangan Froude telah memenuhi kriteria desain yang dipersyaratkan. Bilangan Reynold yang diperoleh yaitu dibawah 2.000 lebih tepatnya, 21,087 menandakan bahwa aliran pada bak

sedimentasi adalah laminar, sehingga pengendapan dapat terjadi. Untuk bilangan Froude yang diperoleh lebih besar dari 10^{-5} lebih tepatnya berada pada $1,85 \times 10^{-5}$ menandakan bahwa, aliran yang terjadi pada bak sedimentasi adalah stabil sehingga pengendapan dapat terjadi. Berikut merupakan rekapitulasi hasil perhitungan evaluasi unit sedimentasi.

Tabel 4. 15 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Evaluasi Unit Flokulasi

Parameter	Kriteria	Satuan	Nilai	Keterangan
Desain				
Rasio panjang lebar	3:1-5:1	-	3,995:1	Memenuhi kriteria desain
Beban permukaan	3,8 – 7,5	m ³ /m ² /jam	1,879	Tidak memenuhi kriteria desain
Kedalaman	3 – 6	m	5,65	Memenuhi kriteria desain
Waktu detensi	1-2	jam	1,21	Memenuhi kriteria desain
Bilangan Reynold	< 2.000	-	21,087	Memenuhi kriteria desain
Bilangan Fraude	>10 ⁻⁵	-	$1,85 \times 10^{-5}$	Memenuhi kriteria desain
Kemiringan <i>tube settler</i>	30/60	°	60	Memenuhi kriteria desain

Sumber: Hasil Perhitungan, 2023

Agar seluruh kriteria desain dapat terpenuhi maka dilakukan rencana perbaikan pada unit sedimentasi, berupa jarak antar *tube settler* diubah menjadi 0,035 m sesuai dengan ukuran yang tersedia pada pasaran. Kemudian dilakukan perhitungan ulang untuk setiap parameter. Hasil

perhitungan menunjukkan bahwa, dengan ukuran *tube settler* yang diubah menjadi 0,035 m menjadikan seluruh parameter memenuhi nilai dari kriteria desain. Rekapitulasi Perhitungan perbaikan unit sedimentasi dapat dilihat pada **Tabel 4.16**

Tabel 4. 16 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Rencana Perbaikan Unit Sedimentasi

Parameter	Kriteria Desain	Satuan	Nilai	Keterangan
Rasio panjang lebar	3:1-5:1	-	3,995:1	Memenuhi kriteria desain
Beban permukaan	3,8 – 7,5	m ³ /m ² /jam	5	Memenuhi kriteria desain
Kedalaman	3 – 6 m	m	5,65	Memenuhi kriteria desain
Waktu detensi	1-2	jam	1,21	Memenuhi kriteria desain
Bilangan Reynold	< 2.000	-	54,439	Memenuhi kriteria desain
Bilangan Fraude	>10 ⁻⁵	-	$3,6 \times 10^{-3}$	Memenuhi kriteria desain
Kemiringan <i>tube settler</i>	30/60	°	60	Memenuhi kriteria desain

Sumber: Hasil Perhitungan, 2023

4.4.4. Unit Filtrasi

a. Deskripsi

Unit filtrasi pada IPA Cimahi merupakan jenis saringan pasir cepat yang berfungsi untuk memisahkan zat padat dengan cairan dengan cara dilewatkan pada media berpori atau material berpori. Saringan pasir cepat mampu menghasilkan debit yang lebih banyak dibandingkan dengan

saringan pasir lambat selain itu luas area yang diperlukan tidak terlalu besar.



Gambar 4. 19 Unit Filtrasi

Sumber: Dokumentasi, 2022

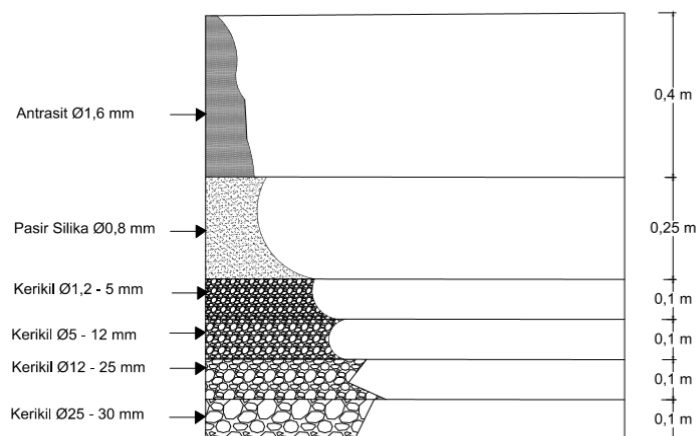
Terdapat delapan unit filtrasi pada IPA Cimahi dengan dimensi panjang 5,2 m; lebar 2,80 m; dan tinggi 5,8 m. Filter yang digunakan adalah *multi medium filter*, yaitu media pasir, anthrasit, dan kerikil. Kecepatan filtrasi adalah 0,000176 m/s.

Terdapat 6 lapisan filter pada bak filtrasi, yaitu sebagai berikut:

- a. Lapisan pertama terdiri dari antrasit dengan ukuran 1,6 mm setebal 0,4 m;
- b. Lapisan kedua terdiri dari pasir silika dengan ukuran 0,8 mm setebal 0,25 m;
- c. Lapisan ketiga terdiri dari kerikil dengan ukuran 1,2 – 5,0 mm setebal 0,10 m;
- d. Lapisan keempat terdiri dari kerikil dengan ukuran 5,0-12,0 mm setebal 0,10 m;

- e. Lapisan kelima terdiri dari kerikil dengan ukuran 12,0 – 25,0 mm setebal 0,10 m;
- f. Lapisan keenam terdiri dari kerikil dengan ukuran 25,0 – 30,0 mm setebal 0,10 m.

Lapisan filter pada bak filtrasi dan gambar bak filtrasi dapat dilihat pada **Gambar 4.18**



Gambar 4. 20 Lapisan Filter Bak Filtrasi

Sumber: Perumda Tirta Raharja, 2022

b. Evaluasi

Evaluasi unit filtrasi dilakukan dengan membandingkan unit filtrasi dengan kriteria desain pada SNI 6774:2008 tentang Tata Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air. Data Eksisting unit filtrasi dapat dilihat pada **Tabel 4.17** dan kriteria desain unit filtrasi untuk saringan cepat biasa gravitasi dapat dilihat pada **Tabel 4.18**.

Tabel 4. 17 Data Eksisting Unit Filtrasi

Parameter	Nilai	Satuan
Jumlah bak	8	Buah
Debit	0,152	m ³ /detik
Panjang (P)	5,20	m

Tabel 4. 17 Data Eksisting Unit Filtrasi

Parameter	Nilai	Satuan
Lebar (L)	2,80	m
Kedalaman (H)	5,80	m
Diameter media pasir	0,80	mm
Diameter media antrasit	1,60	mm
Kedalaman pasir	250	mm
Kedalaman antrasit	450	mm
Kedalaman kerikil	300	mm
Kecepatan penyaringan	6,192	m/jam
Kecepatan <i>backwash</i>	0,00693	m/s
Debit <i>backwash</i>	0,075	m ³ /s

Sumber: Perumda Tirta Raharja, 2022

Tabel 4. 18 Kriteria Desain Unit Filtrasi

Parameter	Kriteria Desain	Satuan
Jumlah bak saringan	$N=12Q^{0,5}$	Buah
Kecepatan penyaringan	6-11	m/jam
Pencucian		
Kecepatan	36-50	m/jam
Lama pencucian	10-15	menit
Periode antara dua pencucian	18-24	jam
Media Pasir		
Tebal	300-700	mm
Porositas	600-700	
Media Antrasit		
Tebal	400-500	mm
Porositas	0,5	

Tabel 4. 18 Kriteria Desain Unit Filtrasi

Parameter	Kriteria Desain	Satuan
Lapisan Penyangga		
Kedalaman	80-100	mm
Ukuran butir	2-5	mm
Kedalaman	80-100	mm
Ukuran butir	5-10	mm
Kedalaman	80-100	mm
Ukuran butir	10-15	mm
Kedalaman	80-150	mm
Ukuran butir	15-30	mm

Sumber: SNI 6774, 2008

Berikut merupakan perhitungan untuk mengetahui kriteria desain jumlah bak.

$$N = 12Q^{0,5}$$

$$N = 12 \times 0,152^{0,5} = 4,678 \text{ buah} \approx 5 \text{ buah}$$

Terdapat delapan buah bak filtrasi yang beroperasi pada unit filtrasi IPA Cimahi sehingga memenuhi kriteria desain yang berlaku. Untuk evaluasi kesesuaian parameter lain dengan kriteria desain dapat dilihat pada **Tabel 4.19**.

Tabel 4. 19 Rekapitulasi Kesesuaian Unit Filtrasi dengan Kriteria Desain

Parameter	Kriteria Desain	Satuan	Nilai	Keterangan
Jumlah bak saringan	5	buah	8	Memenuhi kriteria desain
Kecepatan penyaringan	6-11	m/jam	6,192	Memenuhi kriteria desain
Pencucian				

Tabel 4. 19 Rekapitulasi Kesesuaian Unit Filtrasi dengan Kriteria Desain

Parameter	Kriteria Desain	Satuan	Nilai	Keterangan
Kecepatan	36-50	m/jam	24,948	Tidak memenuhi kriteria desain
Lama pencucian	10-15	menit	7,5-20	Memenuhi kriteria desain
Media Pasir				
Tebal	300-700	mm	300	Memenuhi kriteria desain
Porositas	0,4		0,35	Tidak memenuhi kriteria desain
Media Antrasit				
Tebal	400-500	mm	400	Memenuhi kriteria desain
Porositas	0,5		0,42	Tidak memenuhi kriteria desain
Lapisan Penyangga				
Kedalaman	80-100	mm	100	Memenuhi kriteria desain
Ukuran butir	2-5	mm	1,2-5	Memenuhi kriteria desain
Kedalaman	80-100	mm	100	Memenuhi kriteria desain
Ukuran butir	5-10	mm	5-12	Memenuhi kriteria desain
Kedalaman	80-100	mm	100	Memenuhi kriteria desain
Ukuran butir	10-15	mm	12-25	Memenuhi kriteria desain

Tabel 4. 19 Rekapitulasi Kesesuaian Unit Filtrasi dengan Kriteria Desain

Parameter	Kriteria Desain	Satuan	Nilai	Keterangan
Kedalaman	80-150	mm	100	Memenuhi kriteria desain
Ukuran butir	15-30	mm	25-30	Memenuhi kriteria desain

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Terdapat beberapa parameter yang belum memenuhi kriteria desain, yaitu kecepatan pencucian (*backwash*), porositas media pasir, dan porositas media antrasit. Kecepatan *backwash* yang berada dibawah kriteria desain dapat menyebabkan tidak optimalnya pembersihan media filter sehingga filter dapat tersumbat. Sedangkan kecepatan *backwash* yang berada diatas kriteria desain dapat menyebabkan kerusakan pada media filter. Porositas dari media pasir dan porositas dari media antrasit masing-masing perlu ditingkat sebesar 0,05 dan 0,08. Porositas yang berada dibawah kriteria desain dapat berpengaruh terhadap kecepatan filtrasi yang melambat. Sedangkan jika porositas berada diatas kriteria desain, dapat menyebabkan flok-flok halus tidak dapat tersaring secara menyeluruh.

4.4.5. Unit Desinfeksi

a. Deskripsi

Unit desinfeksi atau disebut dengan *clear well* memiliki dimensi panjang 2,08 m; lebar 1,0 m; tinggi 3,74 m; dan volume 7,8 m³. *Clear well* berbentuk persegi empat dan berjumlah delapan buah tanpa sekat yang merupakan sambungan dari delapan unit filter sebelumnya.



Gambar 4. 21 Unit Clear Well

Sumber: Perumda Tirta Raharja, 2022

Pada *clear well* ini klor diinjeksikan melalui pompa dosing klorinasi dengan kapasitas 0,33 L/menit, yang berasal dari penyimpanan gas klor (Cl_2) atau tangki sodium. Selain itu *clear well* digunakan sebagai penyedia air untuk operasi *backwash* dengan mekanisme air influen pada filter ditutup dan akan dialirkan air yang berbalik arah menuju unit filtrasi, karena perbedaan tinggi muka air kemudian terjadi proses *backwash*. Air dari *clear well* kemudian masuk ke dalam jaringan distribusi menuju reservoir atau jaringan distribusi langsung menuju daerah sambungan rumah.

b. Evaluasi

Evaluasi unit desinfeksi dilakukan dengan memperhitungkan dosis klor yang digunakan dan sisa klor berdasarkan data eksisting yang tersedia. Data Eksisting dapat dilihat pada **Tabel 4.20**, untuk kriteria desain dapat dilihat pada **Tabel 4.21**

Tabel 4. 20 Data Eksisting Unit Desinfeksi

Parameter		Nilai	Satuan
Pemakaian	sodium	150	kg
hipoklorit			
Volume tangki pelarut		1000	L
Debit air baku		200	L/detik
Kandungan klor aktif		12	%
DPC IPA Cimahi		0,4	mg/L
Kapasitas pompa dosing		115	L/jam

Tabel 4. 20 Data Eksisting Unit Desinfeksi

Parameter	Nilai	Satuan
Debit pembubuhan sodium	41,67	L/jam

Sumber: Perumda Tirta Raharja, 2022

Tabel 4. 21 Kriteria Desain Unit Desinfeksi

Parameter	Nilai	Satuan	Sumber
Kandungan klor aktif (sodium hipoklorit)	15	%	SNI 6778:2008
Dosis klor	0,2-4	mg/l	Qasim, 2000
Sisa klor	0,5-1	mg/l	Qasim, 2000

Nilai dari DPC yaitu sebesar 0,4 mg/L diperoleh berdasarkan uji DPC tipikal IPA Cimahi yang dilakukan dengan waktu tinggal tertentu.

Berikut merupakan rekapitulasi hasil perhitungan evaluasi unit desinfeksi dibandingkan dengan kriteria desain.

Tabel 4. 22 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Evaluasi Unit Desinfeksi

Parameter	Kriteria Desain	Satuan	Nilai	Keterangan
Kandungan klor aktif	15	%	12	Tidak memenuhi kriteria desain
Dosis klor	0,2-4	mg/l	1,042	Memenuhi kriteria desain

Tabel 4. 22 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Evaluasi Unit Desinfeksi

Parameter	Kriteria Desain	Satuan	Nilai	Keterangan
Sisa klor	0,5-1	mg/l	0,642	Memenuhi kriteria desain

Sumber: Hasil perhitungan, 2023

Parameter kandungan klor aktif pada unit desinfeksi IPA Cimahi belum memenuhi kriteria desain. Kandungan klor yang dibawah kriteria desain tersebut dapat menyebabkan proses desinfeksi kurang optimal dan dosis yang diperlukan menjadi boros. Oleh karena itu perlu dilakukan perbaikan pada unit desinfeksi, perbaikan yang dapat dilakukan adalah dengan cara meningkatkan kandungan klor menjadi 15% agar memenuhi kriteria desain.

4.5 Kualitas Sumber Air Baku SPAM Cimahi

Pemeriksaan air baku IPA Cimahi dilakukan setiap tiga bulan sekali dengan bantuan pihak ketiga yaitu Unit Pelaksana Teknis Daerah (UPTD) Laboratorium Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Bandung. Peraturan yang dijadikan acuan adalah Lampiran VI Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 Kelas I karena diperuntukan sebagai air baku air minum. Hasil perbandingan antara kualitas air baku dengan baku mutu dapat dilihat pada **Tabel 4.2**

Tabel 4. 23 Evaluasi Kualitas Air Baku

No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji (Juni 2022)	Baku Mutu
Parameter Fisika				
1.	Temperatur	°C	24,0	Dev 3
2.	Padatan terlarut total (TDS)	mg/L	100	1.000

Tabel 4. 23 Evaluasi Kualitas Air Baku

No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji (Juni 2022)	Baku Mutu
3.	Padatan tersuspensi total (TSS)	mg/L	12	40
4.	Warna	Pt-Co Unit	5	15
Parameter Kimia				
1.	Derajat keasaman (pH)		7,42	6-9
2.	Kebutuhan oksigen biokimiawi (BOD)	mg/L	1	2
3.	Kebutuhan oksigen kimiawi (COD)	mg/L	12	10
4.	Oksigen terlarut	mg/L	8	>6
5.	Sulfat (H ₂ S)	mg/L	<0,002	0,002
6.	Kadmium (Cd) terlarut	mg/L	<0,0078	0,01
7.	Tembaga (Cu) terlarut	mg/L	<0,0071	0,02
8.	Timbal (Pb) terlarut	mg/L	<0,021	0,03
9.	Seng (Zn) terlarut	mg/L	<0,0127	0,05
10.	Nikel (Ni) terlarut	mg/L	<0,014	0,05
11.	Klorida (Cl ⁻)	mg/l	<2,64	300
12.	Kromium heksavalen (Cr-VI)	mg/l	<0,012	0,05
13.	Sianida (CN ⁻)	mg/l	0,02	0,02
14.	Fluorida (F ⁻)	mg/l	0,2	1
15.	Klorin bebas	mg/l	0,01	0,03
16.	Orto Posfat (Po ₄ -P)	mg/l	<0,06	-
17.	Nitrat (sebagai NO ₃ -N)	mg/l	1	10
18.	Nitrit (sebagai NO ₂ -N)	mg/l	0,01	0,06
19.	Amoniak (sebagai NH ₃ -N)	mg/l	1,4	0,1
20.	Sulfat (SO ₄ ²⁻)	mg/l	5	300
Parameter Mikrobiologi				
1.	Fecal coliform	MPN/100 MI	<100	100

Tabel 4. 23 Evaluasi Kualitas Air Baku

No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji (Juni 2022)	Baku Mutu
2.	Total coliform	MPN/100 MI	4.100	1.000
Kimia Organik				
1.	Minyak dan lemak	mg/l	<0,44	1
2.	Deterjen total	mg/l	0,2	0,2
3.	Fenol	mg/l	0,1	0,002

Sumber: Perumda Tirta Raharja, 2022

Keterangan



Tidak memenuhi baku mutu

Hasil perbandingan kualitas air baku dengan baku mutu PP No.22 Tahun 2021 menunjukkan bahwa parameter yang melebihi baku mutu adalah parameter *chemical oxygen demand* (COD), amoniak, dan fenol. Kadar COD pada air baku adalah 12 mg/l, melebihi 2 mg/l dari baku mutu yang dipersyaratkan. Angka COD tersebut menunjukkan ukuran pencemaran air yang disebabkan oleh zat-zat organik secara alamiah. COD juga menunjukkan jumlah oksigen yang diperlukan agar bahan buangan yang ada di dalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia baik dapat didegradasi secara biologis maupun yang sukar dioksidasi. Nilai COD pada perairan yang tidak tercemar biasanya kurang dari 20 mg/l, sedangkan pada perairan tercemar dapat lebih dari 200 mg/l dan pada limbah industri dapat mencapai 60.000 mg/l (Komala, 2019).

Parameter amoniak yang dipersyaratkan adalah 0,1 mg/l tetapi pada air baku terukur bahwa kadar amoniak adalah 1,4 mg/l, pada air amoniak dapat berasal dari air seni, tinja serta penguraian zat organik secara mikrobiologis yang berasal dari air alam atau air buangan industri atau limbah domestik. Senyawa amoniak yang tinggi dapat mengakibatkan menurunkan efektivitas dari klorin pada proses pengolahan air (Hamonangan, 2022). Kadar amoniak pada air harus nol dan pada air sungai harus di bawah 0,5 mg/L. Amoniak tersebut dapat dihilangkan sebagai gas melalui aerasi atau reaksi dengan asam hipoklorik

HOCl atau kaporit dan sebagainya, hingga menjadi kloramin yang tidak berbahaya atau sampai menjadi nitrogen (Alaerts, 1987). Amoniak yang berlebihan pada perairan dapat menyebabkan masalah eutrofikasi dan paparan pada manusia dapat menyebabkan kebutaan, kerusakan paru-paru, dan lain-lain (Hamonangan, 2022).

Parameter fenol pada air baku sungai cijanggal melebihi ketentuan yang baku mutu, pencemaran fenol dapat berasal dari limbah rumah tangga dan limbah industri (Desmiarti, 2014). Fenol dapat membahayakan kesehatan manusia karena fenol beserta turunannya bersifat racun dan sulit didegradasi oleh organisme pengurai (Campos, 2003).

4.6 Kualitas Air Produksi IPA Cimahi dan Air Jaringan

Distribusi

Pengawasan kualitas air produksi pada air produksi merupakan upaya penyehatan yang harus dipenuhi oleh badan penyediaan air minum sesuai dengan Permenkes No.2 Tahun 2023. Berdasarkan peraturan tersebut pengujian kualitas air minum tersebut dilakukan di setiap unit produksi dan jaringan distribusi untuk sistem jaringan perpipaan, dengan ketentuan jumlah sampel adalah satu sampel di masing-masing unit produksi, dan pada jaringan distribusi jumlah sampel mengikuti jumlah penduduk. Berdasarkan data internal Perumda Air Minum Tirta Raharja diperoleh bahwa jumlah pelayanan SPAM Cimahi adalah sebagai berikut:

- Jumlah Sambungan Rumah Wilayah IV: 26.598
- Asumsi BPKB: 4 orang/sambungan rumah
- Penduduk terlayani: 106.392 orang

Berikut merupakan tabel ketentuan pengujian kualitas air menurut Permenkes No.2 Tahun 2023

Tabel 4. 24 Frekuensi Pengujian dan Jumlah Sampel Pengawasan Kualitas Air Menurut
Permenkes No. 2 Tahun 2023

Parameter	Frekuensi Pengujian	Jumlah Sampel/parameter/jaringan distribusi		
		<5.000 penduduk terlayani	5.000- 100.000 penduduk terlayani	>100.000 penduduk terlayani
Fisik	Satu bulan sekali	Satu	Satu per 5.000	Satu per 10.000 ditambah sepuluh sampel
Kimia	Enam bulan sekali	Satu	Satu per 5.000	Satu per 10.000 ditambah sepuluh sampel
Mikrobiologi	Satu bulan sekali	Satu	Satu per 5.000	Satu per 10.000 ditambah sepuluh sampel

Sumber: Permenkes No.2 Tahun 2023

Berdasarkan ketentuan tersebut Perumda Air Minum Tirta Raharja belum melakukan pengujian di setiap unit produksi air minum, melainkan pengujian hanya dilakukan pada air baku, dan pada unit desinfeksi atau *clear well* saja. Pada jaringan distribusi Perumda Tirta Raharja untuk SPAM Cimahi telah melakukan pengujian pada 33 titik untuk parameter fisika dan sisa klor, sedangkan untuk parameter kimia Perumda Air Minum Tirta Raharja pada

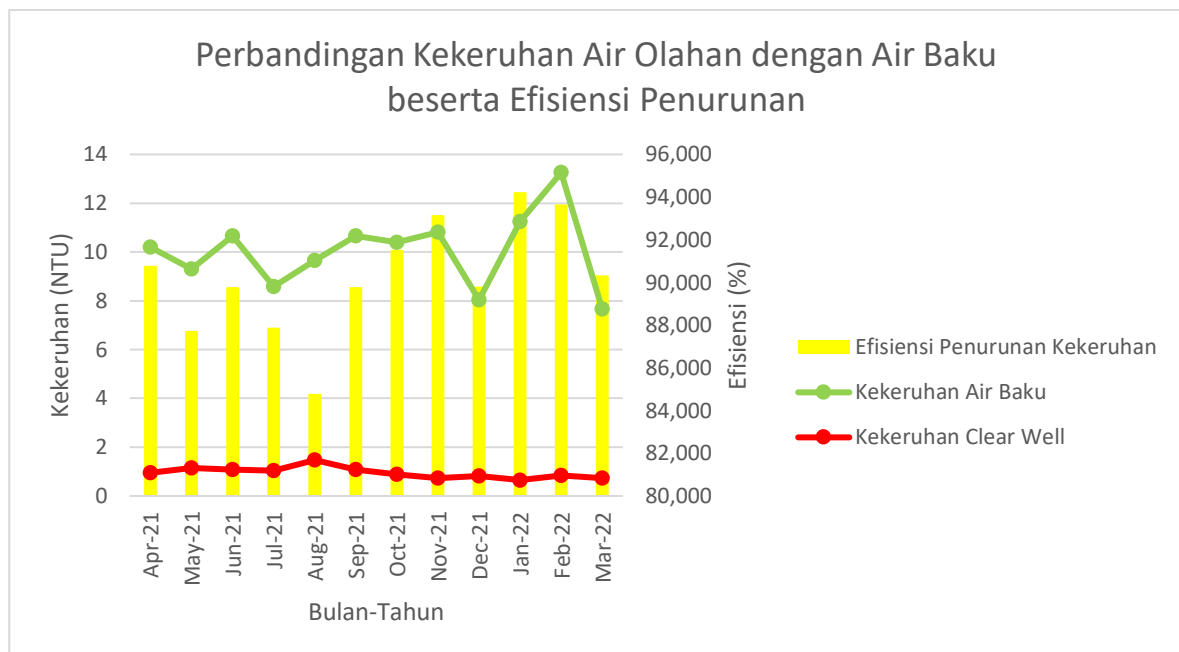
SPAM Cimahi melakukan pengujian pada 21 titik. Hal tersebut telah memenuhi kriteria jumlah sampel berdasarkan peraturan, yaitu jumlah minimal sampel yang harus dilakukan oleh Perumda Air Minum Tirta Raharja adalah 21 titik.

Hasil pengujian pada unit produksi dapat dilihat pada **Tabel 4.4** dan pada unit distribusi dapat dilihat pada **Tabel 4.5**

Tabel 4. 25 Evaluasi Kekeruhan Air Olahan

Bulan/Tahun	Kekeruhan Air Baku (NTU)	Kekeruhan <i>Clear Well</i> (NTU)	Efisiensi
			Penurunan Kekeruhan (%)
April/2021	10,20	0,94	90,784
Mei/2021	9,30	1,14	87,742
Juni/2021	10,66	1,09	89,775
Juli/2021	8,58	1,04	87,879
Agustus/2021	9,66	1,47	84,783
September/2021	10,66	1,09	89,775
Oktober/2021	10,40	0,88	91,538
November/2021	10,80	0,74	93,148
Desember/2021	8,04	0,82	89,801
Januari/2022	11,25	0,65	94,222
Februari/2022	13,25	0,84	93,660
Maret/2022	7,66	0,74	90,339
Rata-rata			90,287

Sumber: Perumda Tirta Raharja, 2022 dan Hasil Perhitungan, 2023



Gambar 4. 22 Grafik Perbandingan Kekeruhan Air Olahan dengan Air Baku beserta Efisiensi Penurunan

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2023

Tabel 4. 26 Kualitas Air Pada Jaringan Distribusi untuk Parameter Fisika, Sisa Klor, dan Mikrobiologi

No.	Lokasi Sampling	Baku Mutu	Parameter								
			Bau	Warna TCU	TDS mg/l	Kekeruhan NTU	Rasa	Suhu °C	Sisa Klor mg/l	E.coli CFU/100 ml	Total koliform CFU/100 ml
			Tidak Berbau	10	<300	<3	Tidak berasa	Suhu udara ±3	0,2-0,5	0	0
1.	Warung Jati	Tidak berbau	<2	100	0,63	Tidak berasa	24	0,2	0	0	
2.	Reservoir Padalarang	Tidak berbau	2	190	1,64	Tidak berasa	25	1,0	0	0	
3.	Jl. Istiqomah 39	Tidak berbau	<2	120	1,38	Tidak berasa	25	0,4	0	0	
4.	Jl. Pengkolan 12 RT.01/07	Tidak berbau	<2	140	0,62	Tidak berasa	25	0,2	0	0	
5.	Komp. Nbc. Blok E-2 No.14	Tidak berbau	<2	160	0,64	Tidak berasa	25	0,3	0	0	
6.	Jl. Pasir Meong RT. 02 RW.04	Tidak berbau	<2	160	0,61	Tidak berasa	25	0,4	0	0	

Tabel 4. 26 Kualitas Air Pada Jaringan Distribusi untuk Parameter Fisika, Sisa Klor, dan Mikrobiologi

No.	Lokasi Sampling	Baku Mutu	Parameter								
			Bau	Warna TCU	TDS mg/l	Kekeruhan NTU	Rasa	Suhu °C	Sisa Klor mg/l	E.coli CFU/100 ml	Total koliform CFU/100 ml
			Tidak Berbau	10	<300	<3	Tidak berasa	Suhu udara ±3	0,2-0,5	0	0
7.	Reservoir Cililin	Tidak berbau	2	130	0,34	Tidak berasa	25	0,6	0	0	
8.	Reservoir Lembang	Tidak berbau	<2	120	0,51	Tidak berasa	25	0,8	0	0	
9.	Jl. Jayagiri I No.20 RT.01/15	Tidak berbau	<2	130	0,71	Tidak berasa	24	0,4	0	0	
10.	Jl. Raya Lembang No.356	Tidak berbau	<2	50	0,64	Tidak berasa	24	0,4	0	0	
11.	Reservoir Cisarua	Tidak berbau	<2	50	2,70	Tidak berasa	25	0,4	0	0	
12.	Panyandaan No.17 RT.03 RW.14	Tidak berbau	2	50	0,85	Tidak berasa	25	0,3	0	0	

Tabel 4. 26 Kualitas Air Pada Jaringan Distribusi untuk Parameter Fisika, Sisa Klor, dan Mikrobiologi

No.	Lokasi Sampling	Baku Mutu	Parameter								
			Bau	Warna TCU	TDS mg/l	Kekeruhan NTU	Rasa	Suhu °C	Sisa Klor mg/l	E.coli CFU/100 ml	Total koliform CFU/100 ml
			Tidak Berbau	10	<300	<3	Tidak berasa	Suhu udara ±3	0,2-0,5	0	0
13.	Jl. Kolonel Masturi Kp. Jambudipa RT.04 RW.04	Tidak berbau	2	50	0,76	Tidak berasa	24	0,3	0	0	
14.	Jl. Kebon Jeruk No.61	Tidak berbau	<2	50	2,10	Tidak berasa	25	0,3	0	0	
15.	Kp. Panyandaan	Tidak berbau	<2	50	1,65	Tidak berasa	25	0,2	0	0	
16.	Reservoir Cimahi	Tidak berbau	<2	50	0,86	Tidak berasa	25	1,0	0	0	
17.	Jl. Artileri No.04	Tidak berbau	2	50	1,08	Tidak berasa	25	0,6	0	0	

Tabel 4. 26 Kualitas Air Pada Jaringan Distribusi untuk Parameter Fisika, Sisa Klor, dan Mikrobiologi

No.	Lokasi Sampling	Baku Mutu	Parameter								
			Bau	Warna TCU	TDS mg/l	Kekeruhan NTU	Rasa	Suhu °C	Sisa Klor mg/l	E.coli CFU/100 ml	Total koliform CFU/100 ml
			Tidak Berbau	10	<300	<3	Tidak berasa	Suhu udara ±3	0,2-0,5	0	0
18.	Komp. Pci I No. 33 RT.04/27	Tidak berbau	<2	50	1,11	Tidak berasa	25	0,3	0	0	
19.	Jl. Mutiara IV No.25/Cii No.3 RT.05/16	Tidak berbau	<2	50	0,91	Tidak berasa	25	0,4	0	0	
20.	Ruko Permata Raya No.60 RT.03/05	Tidak berbau	<2	50	0,84	Tidak berasa	25	0,6	0	0	
21.	Jl. Gadobangkong No. 46 RT.03 RW.01	Tidak berbau	<2	50	0,96	Tidak berasa	25	0,3	0	0	

Tabel 4. 26 Kualitas Air Pada Jaringan Distribusi untuk Parameter Fisika, Sisa Klor, dan Mikrobiologi

No.	Lokasi Sampling	Baku Mutu	Parameter								
			Bau	Warna TCU	TDS mg/l	Kekeruhan NTU	Rasa	Suhu °C	Sisa Klor mg/l	E.coli CFU/100 ml	Total koliform CFU/100 ml
			Tidak Berbau	10	<300	<3	Tidak berasa	Suhu udara ±3	0,2-0,5	0	0
22.	Padasuka Indah Blk.A No.1	Tidak berbau	<2	50	1,01	Tidak berasa	25	0,4	0	0	
23.	Warung Contong Barat No.122 RT.02 RW.14	Tidak berbau	<2	50	1,03	Tidak berasa	25	0,3	0	0	
24.	Jl. Sudarmanah	Tidak berbau	<2	60	0,94	Tidak berasa	25	0,3	0	0	
25.	Jl. Ibu Ganirah	Tidak berbau	<2	60	0,86	Tidak berasa	25	0,3	0	0	
26.	Sriwijaya Baru Vi 36 RT.3/18	Tidak berbau	2	50	0,98	Tidak berasa	25	0,7	0	0	

Tabel 4. 26 Kualitas Air Pada Jaringan Distribusi untuk Parameter Fisika, Sisa Klor, dan Mikrobiologi

No.	Lokasi Sampling	Baku Mutu	Parameter								
			Bau	Warna TCU	TDS mg/l	Kekeruhan NTU	Rasa	Suhu °C	Sisa Klor mg/l	E.coli CFU/100 ml	Total koliform CFU/100 ml
			Tidak Berbau	10	<300	<3	Tidak berasa	Suhu udara ±3	0,2-0,5	0	0
27.	Gandawijaya	Tidak berbau	2	50	1,04	Tidak berasa	25	0,4	0	0	
28.	Jl. Amir Mahmud 37	Tidak berbau	<2	50	0,56	Tidak berasa	25	0,4	0	0	
29.	DW 11 Cimahi	Tidak berbau	<2	190	0,80	Tidak berasa	25	0,4	0	0	
30.	Komp. Taman Mutiara D3 No.2	Tidak berbau	<2	150	1,04	Tidak berasa	25	0,2	0	0	
31.	Rancabali No.116 RT.01/04	Tidak berbau	<2	190	0,96	Tidak berasa	25	0,3	0	0	
32.	Jl. Budhi	Tidak berbau	<2	190	1,04	Tidak berasa	25	0,3	0	0	

Tabel 4. 26 Kualitas Air Pada Jaringan Distribusi untuk Parameter Fisika, Sisa Klor, dan Mikrobiologi

No.	Lokasi Sampling	Baku Mutu	Parameter								
			Bau	Warna TCU	TDS mg/l	Kekeruhan NTU	Rasa	Suhu °C	Sisa Klor mg/l	E.coli CFU/100 ml	Total koliform CFU/100 ml
			Tidak Berbau	10	<300	<3	Tidak berasa	Suhu udara ±3	0,2-0,5	0	0
33.	Jl. Raya Cibabat No.84/86 RT.03 RW.12	Tidak berbau	<2	190	1,04	Tidak berasa	25	0,3	0	0	

Sumber: Perumda Tirta Raharja, 2022

Tabel 4. 27 Kualitas Air pada Jaringan Distribusi untuk Parameter Kimia (1)

No	Lokasi Sampling	Baku Mutu	Parameter						
			Fluorida	Total	Nitrit	Nitrat	Sianida	Alumunium	Besi
			(mg/l)	Kromium (mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
			1,5	0,01	3	20	0,07	0,2	0,2
1.	Reservoir Cisarua		<0,02	<0,02	0,009	0,76	<0,005	<0,017	<0,086
2.	Komplek Gacc Blok I No.43		<0,02	<0,02	0,008	0,85	<0,005	<0,017	<0,086
3.	Kp. Jambudipa RT.01 RW.03		0,02	<0,02	0,008	1,12	<0,005	<0,017	<0,086
4.	Reservoir Lembang		0,07	<0,02	0,012	1,09	<0,005	0,028	<0,086
5.	Jl. Jayagiri No.167		0,02	<0,02	0,011	1,13	<0,005	<0,017	<0,086

Tabel 4. 27 Kualitas Air pada Jaringan Distribusi untuk Parameter Kimia (1)

No	Lokasi Sampling	Baku Mutu	Parameter						
			Fluorida	Total	Nitrit	Nitrat	Sianida	Alumunium	Besi
			(mg/l)	Kromium (mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
			1,5	0,01	3	20	0,07	0,2	0,2
6.	Warung Jati		0,51	<0,02	0,004	0,27	<0,005	<0,017	<0,086
7.	Reservoir Padalarang		0,24	<0,02	0,007	1,2	<0,005	<0,017	<0,086
8.	Kp. Ciburial		0,23	<0,02	0,006	0,23	<0,005	<0,017	<0,086
9.	Kp. Tanjung Sari		0,06	<0,02	0,037	0,65	<0,005	0,04	<0,086
10.	Jl. Tarajusari		<0,02	0,02	0,018	0,92	<0,005	0,035	<0,086
11.	Komp. Sml Blok H No.41		0,04	<0,02	0,022	0,35	<0,005	0,029	<0,086

Tabel 4. 27 Kualitas Air pada Jaringan Distribusi untuk Parameter Kimia (1)

No	Lokasi Sampling	Baku Mutu	Parameter						
			Fluorida	Total	Nitrit	Nitrat	Sianida	Alumunium	Besi
			(mg/l)	Kromium (mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
			1,5	0,01	3	20	0,07	0,2	0,2
12.	Jl. Bojong RT.04/20		0,05	<0,02	0,002	0,29	<0,005	0,022	<0,086
13.	Jl. Cebek RT.03/14		0,08	<0,02	<0,002	0,14	<0,005	0,032	<0,086
14.	Panyirapan		0,11	<0,02	0,003	0,22	<0,005	0,024	<0,086
15.	Jl. Pesantren 80 RT.01/III		0,2	0,02	0,006	0,25	<0,005	<0,017	<0,086
16.	Jl. Raya Soreang		0,06	<0,02	0,002	0,21	<0,005	0,025	<0,086

Tabel 4. 27 Kualitas Air pada Jaringan Distribusi untuk Parameter Kimia (1)

No	Lokasi Sampling	Baku Mutu	Parameter						
			Fluorida	Total	Nitrit	Nitrat	Sianida	Alumunium	Besi
			(mg/l)	Kromium (mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
			1,5	0,01	3	20	0,07	0,2	0,2
17.	Jl. Lembur Tegal RT.04 RW.04		0,03	<0,02	0,003	0,2	<0,005	<0,017	<0,086
18.	Jl. Pangipasan		0,03	0,02	0,002	0,16	<0,005	<0,017	<0,086
19.	Jl. Cendrawasih		<0,02	<0,02	<0,002	0,16	<0,005	0,019	<0,086
20.	Jl. Gandok G.6 No.01		<0,02	<0,02	0,003	0,18	<0,005	0,056	<0,086
21.	Jl. Ebony E.11 No.06		0,02	0,02	0,002	0,25	<0,005	0,042	<0,086

Tabel 4. 28 Kualitas Air pada Jaringan Distribusi untuk Parameter Kimia (2)

No	Lokasi Sampling	Baku Mutu	Parameter					
			Klorida	Mangan	pH	Seng	Sulfat	Tembaga
			(mg/l)	(mg/l)		(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
			250	0,1	6,5-8,5	3	250	2
1.	Reservoir Cisarua		15,4	0,01	7,2	0,38	10,1	<0,08
2.	Komplek Gacc Blok I No.43		19,6	<0,01	7,25	<0,071	10,7	<0,08
3.	Kp. Jambudipa RT.01 RW.03		17,2	<0,01	7,19	<0,071	8,7	<0,08
4.	Reservoir Lembang		17,5	0,015	7,11	<0,071	9	<0,08
5.	Jl. Jayagiri No.167		19,5	0,014	7,15	<0,071	10,1	<0,08

Tabel 4. 28 Kualitas Air pada Jaringan Distribusi untuk Parameter Kimia (2)

No	Lokasi Sampling	Baku Mutu	Parameter					
			Klorida	Mangan	pH	Seng	Sulfat	Tembaga
			(mg/l)	(mg/l)		(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
			250	0,1	6,5-8,5	3	250	2
6.	Warung Jati		11,7	<0,01	7,24	<0,071	16,6	<0,08
7.	Reservoir Padalarang		14,1	0,052	7,32	<0,071	10,2	<0,08
8.	Kp. Ciburial		13,9	0,176	7,2	<0,071	8,7	<0,08
9.	Kp. Tanjung Sari		14,7	0,025	7,63	<0,071	4,3	<0,08
10.	Jl. Tarajusari		12	0,02	7,6	<0,071	5,1	<0,08
11.	Komp. Sml Blok H No.41		21,7	0,068	7,58	<0,071	1,8	<0,08
12.	Jl. Bojong RT.04/20		16,7	<0,01	7,49	<0,071	7,8	<0,08

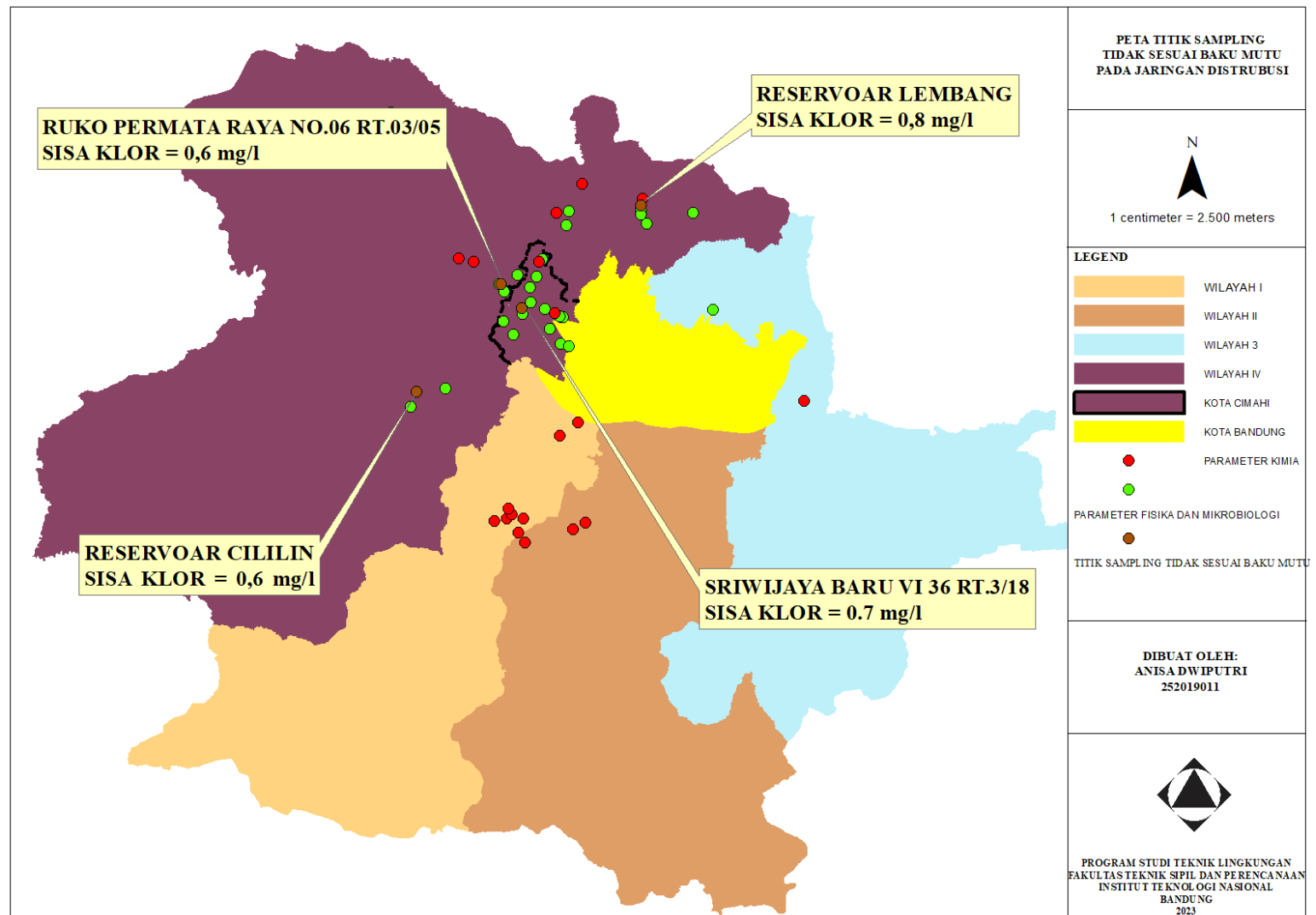
Tabel 4. 28 Kualitas Air pada Jaringan Distribusi untuk Parameter Kimia (2)

No	Lokasi Sampling	Baku Mutu	Parameter					
			Klorida	Mangan	pH	Seng	Sulfat	Tembaga
			(mg/l)	(mg/l)		(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
			250	0,1	6,5-8,5	3	250	2
13.	Jl. Cebek RT.03/14		19,2	0,012	7,4	<0,071	8,3	<0,08
14.	Panyirapan		16	0,011	7,43	<0,071	9,5	<0,08
15.	Jl. Pesantren 80 RT.01/III		14,7	<0,010	7,45	<0,071	12,1	<0,08
16.	Jl. Raya Soreang		15,5	0,02	7,42	<0,071	7,8	<0,08
17.	Jl. Lembur Tegal RT.04 RW.04		16,7	<0,010	7,47	<0,071	7,2	<0,08
18.	Jl. Pangipasan		19,8	0,011	7,5	<0,071	10	<0,08
19.	Jl. Cendrawasih		18,5	<0,010	7,32	<0,071	9,2	<0,08

Tabel 4. 28 Kualitas Air pada Jaringan Distribusi untuk Parameter Kimia (2)

No	Lokasi Sampling	Baku Mutu	Parameter						
			Klorida	Mangan	pH	Seng	Sulfat	Tembaga	Amonia
			(mg/l)	(mg/l)		(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
			250	0,1	6,5-8,5	3	250	2	1,5
20.	Jl. Gandok G.6 No.01		18,5	0,016	7,38	<0,071	6,8	<0,08	0,4
21.	Jl. Ebony E.11 No.06		15,5	0,021	7,42	<0,071	7,6	<0,08	0,3

Sumber: Perumda Tirta Raharja, 2022



Gambar 4. 23 Peta Titik Sampling Tidak Sesuai Baku Mutu pada Jaringan Distribusi

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2023

Kekeruhan yang terukur setiap bulannya pada unit desinfeksi dibandingkan dengan kekeruhan pada air baku menandakan bahwa IPA Cimahi telah berjalan efektif dikarenakan kekeruhan rata-rata mencapai 90,29%, tetapi jika dilihat berdasarkan kriteria desain oleh Qasim (2000) kekeruhan pada unit desinfeksi seharusnya tidak melebihi satu NTU. Terdapat data pada bulan Mei 2021 hingga September 2021 bahwa kekeruhan pada unit desinfeksi atau *clear well* melebihi satu NTU.

Pengukuran kualitas air pada jaringan distribusi terlihat melebihi baku mutu untuk parameter sisa klor pada lokasi sampling Ruko Permata Raya No.60 RT.03/05, yaitu sebesar 0,5 mg/l, dan pada Sriwijaya Baru Vi 36 RT3/18 yaitu sebesar 0,7 mg/l. Sedangkan pada reservoir-reservoir yang ada nilai dari sisa klor berada pada satu mg/l, hal tersebut berguna untuk mencegah adanya kontaminasi pada air hingga air tersebut sampai pada konsumen, tetapi pada Reservoir Cililin dan Reservoir Lembang nilai dari sisa klor yang ditemukan adalah 0,6 mg/l dan 0,8 mg/l. Menurut WHO (2017), pada reservoir atau *clear well* sebaiknya nilai sisa klor tidak melebihi 1,5 mg/l acuan tersebut digunakan mengingat Permenkes No.736 tahun 2010 tentang Tata Laksana Kualitas Air Minum telah dicabut. Parameter kimia, yang diuji pada jaringan distribusi seluruhnya tidak ada yang melebihi baku mutu.

Seluruh parameter yang diuji yaitu parameter fisika dan mikrobiologi seluruhnya telah sesuai dengan parameter-parameter yang ada pada Permenkes No.2 Tahun 2023, tetapi untuk parameter kimia terdapat beberapa parameter wajib yang belum dilakukan pengujian oleh Perumda Air Minum Tirta Raharja, diantaranya yaitu parameter arsen (As), kadmium (Cd), dan timbal (Pb)

Evaluasi yang dapat dilakukan adalah perlu dilakukannya monitoring untuk memantau nilai dari sisa klor sehingga baku mutu dapat dipenuhi, selain itu monitoring dapat dilakukan pula untuk mengetahui bagian pada pipa yang memungkinkan terjadinya kontaminasi.

4.7 Rekapitulasi Hasil Evaluasi

Berdasarkan hasil evaluasi yang telah dilakukan mulai dari Sumber hingga Instalasi Pengolahan Air pada SPAM Cimahi mencakup kualitas sumber air baku, air

produksi, dan air jaringan distribusi ditemukan beberapa temuan yang tidak sesuai dengan kriteria desain, dan standar yang berlaku. Rekapitulasi hasil evaluasi temuan yang tidak sesuai tersebut dapat dilihat pada **Tabel 4.29**

Tabel 4. 29 Rekapitulasi Hasil Evaluasi yang Tidak Sesuai

No	Bagian SPAM	Parameter	Kriteria		Sumber	Nilai
			Desain/Standar	Baku Mutu		
1.	Sumber air	COD	10 mg/l	PP		12 mg/L
2.	baku (Sungai	Amoniak	0,1 mg/l	No.22/2021		1,4 mg/l
3.	Cijanggel)	Fenol	0,002 mg/l	Lampiran VI		0,1 mg/l
4.		Waktu Detensi	<30 menit	Droste, 1997		30-45 menit
5.	IPA – Unit Flokulasi	Gradien Kecepatan	<5 detik ⁻¹	SNI 6774:2008		5-60 detik ⁻¹
6.		Bilangan Champ	<10.000	Droste, 1997		10.000- 100.000
7.	IPA – Unit Sedimentasi	Beban Permukaan	1,879 m ³ /m ² /jam	SNI 6774:2008		3,8 – 7,5 m ³ /m ² /jam
8.		Kecepatan Pencucian	24,948 m/jam			36-50 m/jam
9.	IPA – Unit Filtrasi	Porositas Media Pasir	0,35	SNI 6778:2008		0,4
10.		Porositas Media Antrasit	0,42			0,5
11.	IPA – Unit Desinfeksi	Kandungan Klor Aktif	12%	SNI 6778:2008		15%
12.		Kekeruhan	> 1 NTU	Qasim, 2000		≤ 1 NTU
13.	Reservoir Cililin		0,6 mg/l			1 mg/l
14.	Reservoir Lembang	Sisa Klor	0,8 mg/l	WHO, 2017		1 mg/l

Tabel 4. 29 Rekapitulasi Hasil Evaluasi yang Tidak Sesuai

No	Bagian SPAM	Parameter	Kriteria		Sumber	Nilai
			Desain/Standar	Baku Mutu		
15.	Jaringan Distribusi – Ruko Permata Raya No.60 RT.03/05		0,6 mg/l		Permenkes No.2/2023	0,2-0,5 mg/l
	Jaringan Distribusi -					
	Sriwijaya Baru Vi 36 RT.3/18		0,7 mg/l			
	Seluruh Titik	Arsen	0,01 mg/l			
	Sampling	Kadmium	0,003 mg/l			
16.	Jaringan Distribusi	Timbal	0,01 mg/l		Permenkes No.2/2023	Tidak dilakukan pengujian
17.	Jaringan Distribusi					

Sumber: Hasil Analisis, 2023

4.8 Rekomendasi Perbaikan

Hasil evaluasi rantai pasok dari sumber hingga ke IPA menunjukkan masih adanya beberapa ketidaksesuaian, antara standar baik itu baku mutu maupun kriteria desain dengan kondisi Eksisting pada SPAM Cimahi. Oleh karena itu perlu dilakukan perbaikan sehingga konsumen dapat mendapatkan air minum yang aman dan proses produksi air minum dapat berjalan lebih efektif dan efisien. Saran perbaikan tersebut yaitu:

- Perlunya dilakukan pengaturan ulang tinggi bukaan pintu *sluice gate* antar kompartemen unit flokulasi, bukan tersebut dapat diatur menjadi 0,15 m; 0,15 m; 0,16 m; 0,18 m; 0,19 m dan 0,2 m sehingga parameter waktu detensi, gradien kecepatan, dan bilangan champ dapat memenuhi kriteria desain

- b. Pada unit sedimentasi dapat diberikan penutup untuk menambah keefektifan pengendapan dari flok dikarenakan unit sedimentasi yang terkena matahari langsung dapat menyebabkan meningkatnya temperatur air pada unit sedimentasi yang menyebabkan flok naik ke permukaan dan sulit untuk mengendap (Putra, 2020)
- c. Jarak *tube settler* pada unit sedimentasi perlu diubah menjadi 0,035 m sesuai dengan ukuran yang tersedia pada pasaran. Agar parameter beban permukaan dapat memenuhi kriteria desain yang berlaku
- d. Kecepatan pencucian (*backwash*) pada unit filtrasi perlu ditingkatkan sebesar 6 m/jam agar memenuhi kriteria desain yang berlaku yaitu SNI 6774:2008 dan proses pembersihan dari media filtrasi dapat berjalan efektif
- e. Porositas pada unit filtrasi perlu ditingkatkan sebesar 0,05 pada media pasir dan 0,08 pada media antrasit sehingga porositas tersebut memenuhi kriteria desain SNI 6774:2008 dapat proses filtrasi dapat berjalan lebih efektif dengan tidak adanya flok-flok halus yang lolos saringan
- f. Kandungan klor aktif pada unit desinfeksi perlu ditingkatkan sebesar 3% sehingga memenuhi ketentuan SNI 6774:2008 dan menghemat jumlah dosis klor yang digunakan
- g. Perlunya dilakukan monitoring pada setiap reservoir untuk memantau kandungan sisa klor, sehingga sisa klor tersebut dapat memenuhi ketentuan WHO (2017) dan mencegah terjadinya rekontaminasi yang mungkin terjadi selama proses pendistribusian
- h. Perlu dilakukannya monitoring pembubuhan dosis desinfektan sehingga parameter sisa klor tidak melebihi ketentuan Permenkes No.2 tahun 2023
- i. Perlu dilakukan pengukuran kualitas air untuk parameter arsen, kadmium, dan timbal pada jaringan distribusi yang sebelumnya belum dilakukan mengikuti ketentuan Permenkes No.2 tahun 2023, pengujian ketiga parameter tersebut harus dilakukan minimal enam bulan sekali, karena ketiga parameter tersebut terkategori parameter kimia

- j. Perumda Tirta Raharja perlu melakukan pengecekan kualitas air di setiap *outlet* unit produksi yang tersedia yaitu unit koagulasi, unit flokulasi, unit sedimentasi, unit filtrasi, dan unit desinfeksi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil praktik kerja mengenai evaluasi sistem pasokan air minum dari sumber hingga ke IPA pada SPAM Cimahi Perumda Air Minum Tirta Raharja, dapat disimpulkan bahwa:

1. Rantai pasok air pada SPAM Cimahi Perumda Air Minum Tirta Raharja, berasal dari air baku sungai yang kemudian diolah pada IPA, kemudian didistribusikan pada tiga reservoir yang terhubung pada enam sambungan rumah untuk melayani seluruh Kota Cimahi;
2. Proses pengolahan air minum pada IPA Cimahi terdiri dari unit operasi yaitu, sedimentasi menggunakan *tube settler* dan filtrasi saringan pasir cepat, dan unit proses yaitu koagulasi hidrolik tipe terjunan, flokulasi hidrolik tipe hexacodial, dan desinfeksi menggunakan klorin;
3. Kinerja unit-unit pada IPA Cimahi telah beroperasi dengan baik, tetapi terdapat beberapa unit yang belum memenuhi kriteria desain yaitu:
 - a. Unit Flokulasi terdapat beberapa parameter yang tidak memenuhi kriteria desain yaitu:
 - Waktu detensi untuk seluruh kompartemen dibawah kriteria desain yaitu berkisar dari 10,419 menit hingga 10,943 menit
 - Gradien kecepatan untuk kompartemen empat dan lima berada dibawah kriteria desain yaitu masing-masing 4,334 detik, dan 3,486 detik
 - Bilangan champ untuk seluruh kompartemen berada dibawah kriteria desain yaitu berkisar dari 2.187,12 hingga 5.521,80
 - b. Unit Sedimentasi hanya parameter beban permukaan yang berada dibawah kriteria desain yaitu $1,879 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{jam}$

- c. Unit Filtrasi terdapat parameter yang tidak memenuhi kriteria desain yaitu:
 - Kecepatan pencucian berada dibawah kriteria desain yaitu 24,948 m/jam
 - Porositas media pasir dan antrasit berada dibawah kriteria desain yaitu masing-masing 0,35 dan 0,42
 - d. Unit Desinfeksi hanya parameter kandungan klor aktif yang berada dibawah kriteria desain yaitu 12%
4. Kualitas air baku pada SPAM Cimahi yaitu Sungai Cijanggel belum memenuhi Baku Mutu PP No.22 Tahun 2021 untuk kelas I, parameter yang tidak memenuhi baku mutu adalah COD, Amoniak, dan Fenol;
 5. Kualitas air hasil olahan dari unit IPA Cimahi dan pengawasan kualitasnya pada jaringan distribusi belum sepenuhnya memenuhi Permenkes No.2 Tahun 2023, WHO (2017), dan kriteria desain Qasim (2000), yaitu pada parameter sisa klor di dua titik sampel berada diatas baku mutu, dua reservoir berada dibawah baku mutu, dan parameter kekeruhan pada unit desinfeksi melebihi satu NTU untuk bulai mei hingga september 2021. Pada parameter kimia belum dilakukan pengujian untuk parameter arsen (As), kadmium (Cd), dan timbal (Pb)

5.2. Saran

Setelah melakukan praktik kerja mengenai evaluasi sistem pasokan air minum dari sumber hingga ke IPA pada SPAM Cimahi Perumda Air Minum Tirta Raharja, terdapat beberapa saran yang diberikan yaitu:

1. Melakukan redesain pada unit flokulasi dan unit sedimentasi yaitu berupa pengaturan tinggi bukaan *slice gate* dan perubahan jarak antar *tube settler*;
2. Melakukan penambahan kecepatan pencucian, dan peningkatan porositas media pasir dan porositas media antrasit, pada unit filtrasi;
3. Meningkatkan nilai kandungan klor aktif pada unit desinfeksi;

4. Melakukan monitoring dan pemeliharaan pada reservoir dan jaringan distribusi agar parameter memenuhi baku mutu Permenkes No. 2 Tahun 2023;
5. Melakukan penambahan uji untuk parameter arsen, kadmium, dan timbal pada jaringan distribusi;
6. Melakukan pengujian pada *outlet* unit koagulasi, flokulasi, sedimentasi, dan filtrasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwisastra, A. (1989). Sumber, Bahaya serta Penanggulangan Keracunan. *Penerbit Angkasa. Bandung.*
- Alaerts, G., dan Santika, S. S. (1987). Metoda penelitian air. *Surabaya: Usaha Nasional, 309.*
- Ali, M. (2020). Monograf Peran Proses Desinfeksi Dalam Upaya Peningkatan Kualitas Produksi Air Bersih. Surabaya: UPN Press
- Al-Layla, Ahmad, dan Middlebrooks. (1980). Water Supply Engineering Design. USA: Ann Arbor Science Publisher Inc
- Bhargava, D., dan Ojha, C. (1993). Models for design of flocculating baffled channels. *Water research, 27(3), 465-475.*
- Buckle, K. A., Edwards, R. A., Fleet, G. H., dan Wotton, M. (1987). Ilmu Pangan. Penerjemah Hari Purnomo dan Adiono: Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Campos, F., Couto, J., dan Hogg, T. (2003). Influence of phenolic acids on growth and inactivation of *Oenococcus oeni* and *Lactobacillus hilgardii*. *Journal of Applied Microbiology, 94(2), 167-174.*
- Darmasetiawan, M. (2001). Teori dan Perencanaan Instalasi Pengolahan Air. Bandung: Yayasan Suryono.
- Desmiarti, R., dan Ariandi, H. (2014). Ellyta. "Pengurangan Kandungan Fenol dalam Air dengan Sistem Thermal Plasma". *Prosiding SNSTL.*
- Droste, R. L. (1997). Theory and practice of water and wastewater treatment. John Willey & Sons. New York.
- Fair, G. M., Geyer, J., dan Okun, D.A. (1981). Water and Wastewater Engineering. New York: John Willey and Sons Inc.
- Fitriya, L. D. N., Kartikorini, I. N., dan Mardiyah, S. (2015). *Analisa Kadar Klorin Pada Bubur Ayam Yang Dijual Di Sepanjang Jl. Kenjeran Surabaya.* Universitas Muhammadiyah Surabaya.
- Fontana, M. G., dan Greene, N. D. (1967). Corrosion Engineering.

- Hamonangan, M. C., dan Yuniarto, A. (2022). Kajian Penyisihan Amonia dalam Pengolahan Air Minum Konvensional. *Jurnal Teknik ITS*, 11(2), F35-F42.
- Hamzani, S. (2019). Rancangan Proses Koagulasi Model Pipa Melingkar pada Pengolahan Air. *Buletin Profesi Insinyur*, 2(3), 108-110.
- Huisman, L., dan Wood, W. E. (1974). *Slow sand filtration*: World Health Organization.
- Indonesia, S. N. (2008). Tata cara perencanaan unit paket instalasi pengolahan air. BSN 2002.
- Kawamura, S. (1991). *Integrated Design and Operation of Water Treatment Facilities*. New York: John Willey and Sons
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR). (2018). Petunjuk Teknis Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum. Jakarta: Kementerian PUPR
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR). (2021). Pedoman Pelaksanaan Rencana Pengamanan Air Minum untuk Sistem Jaringan Perpipaan. Draft 2021 Jakarta: Kementerian PUPR
- Komala, R., dan Aziz, S. (2019). Pengaruh proses aerasi terhadap pengolahan limbah cair pabrik kelapa sawit di PTPN VII secara aerobik. *Jurnal Redoks*, 4(2), 7-16.
- Kusumawardani, S., & Larasati, A. (2020). Analisis Konsumsi Air Putih Terhadap Konsentrasi. *Jurnal Holistika*, 4(2), 91-95.
- Masduqi, A., dan Assomadi, A. F. (2012). Operasi dan proses pengolahan air. Jurusan Teknik Lingkungan Institute Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Mayasari, R., dan Hastarina, M. (2018). Optimalisasi dosis koagulan alumunium sulfat dan poli alumunium klorida (Pac)(studi kasus pdam Tirta Musi Palembang). *Integrasi: Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 3(2), 28-36.
- Montgomery, J. M. (1985). *Water treatment: principles and design* *Water treatment: Principles and design*: John Wiley & Sons.
- Ni, L.A., Yu, A.B., Lu, G.Q., Howes, T., 2006. Simulation of the cake formation and growth in cake filtration. *Miner. Eng.* 19, 1084–1097

- Peavy, Howard S et al. (1985). *Environmental Engineering*. Singapura: McGraw-Hill
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 122 Tahun 2015 Tentang Sistem Penyediaan Air Minum. Jakarta
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan, Perlindungan, dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Jakarta
- Pratama, Y. I., dan Nursiana, M. P. (2019). Aplikasi Baffled Channel Sebagai Alternatif Optimasi Pengolahan Kualitas Air. *Prosiding Temu Profesi Tahunan PERHAPI*, 1(1), 723-730.
- Puteri, A. (2011). Studi Penurunan Kekeruhan Air Kali Surabaya dengan Proses Flokulasi dalam Bentuk Flokulator Pipa Circular. *Skripsi Teknik Lingkungan, FTSP-ITS, Surabaya*.
- Putra, R. D. (2020). Studi evaluasi aspek teknis teoritis instalasi pengolahan air minum Way Rilau Kodya Bandar Lampung. *SKRIPSI-2000*.
- Qasim, S. R., Motley, E. M., dan Zhu, G. (2000). *Water works engineering: planning, design, and operation*: Prentice Hall.
- Raharja, P. A. M. T. (2021). Rencana Pengamanan Air Minum. Cimahi: Perumda Air Minum Tirta Raharja.
- Raharja, P. A. M. T. (2022). Laporan perkembangan usaha s.d triwulan II tahun 2022. Cimahi: Perumda Air Minum Tirta Raharja.
- Reynolds, T. D. (1982). Unit operations and processes in environmental engineering Unit operations and processes in environmental engineering: PWS Publishers.
- Sofia, E., Riduan, R., dan Abdi, C. (2016). Evaluasi keberadaan sisa klor bebas di jaringan distribusi IPA Sungai Lulut PDAM Bandarmasih. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 1(1), 33-52.

World Health Organization (WHO). (2017). Principles and practices of drinking-water chlorination: a guide to strengthening chlorination practices in small-to medium sized water supplies.

World Health Organization (WHO). (2017). Water Quality and Health-Review of Turbidity: Information for Regulators and Water Supplier. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/254631/WHO-FWC-WSH-17.01-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y> diakses pada 31 Maret 2023 Pukul 00.09 WIB

World Health Organization (WHO). (2022). Guidelines for Drinking-Water Quality: Fourth Edition Incorporating the First and Second Addenda. Geneva: WHO

LAMPIRAN

Lampiran I Perhitungan Evaluasi Unit

A. Intake

- Kecepatan aliran pada saringan kasar

$$A = P \times L$$

$$A = 4,0 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} = 10 \text{ m}^2$$

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

$$v = \frac{0,2 \text{ m}^3/\text{detik}}{10 \text{ m}^2} = 0,02 \text{ m/detik}$$

- Kecepatan aliran pada saringan halus

Diketahui: Eff = 0,5

$$A = P \times T$$

$$A = 4,0 \text{ m} \times 3,0 \text{ m} = 12 \text{ m}^2$$

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

$$v = \frac{0,2 \text{ m}^3/\text{detik}}{12 \text{ m}^2 \times 0,5} = 0,033 \text{ m/detik}$$

B. Koagulasi

- Waktu detensi (td)

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

$$td = \frac{2,5 \text{ m} \times 1,35 \text{ m} \times 1,25 \text{ m}}{0,2 \text{ m}^3/\text{detik}} = 21,09 \text{ detik (sesuai kriteria desain)}$$

- Gradien kecepatan (G)

Diketahui: viskositas kinematik pada 25°C = $0,893 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{detik}$

$$G = \sqrt{\frac{g \times h}{\nu \times td}}$$

$$G = \sqrt{\frac{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 0,6 \text{ m}}{0,893 \times \frac{10^{-6} \text{ m}^2}{\text{detik}} \times 21,09 \text{ detik}}} = 558,99 \text{ detik}^{-1} \quad (\text{sesuai kriteria}$$

desain)

- Bilangan Champ (Gtd)

$$Gtd = G \times td$$

$$Gtd = 558,99 \text{ detik}^{-1} \times 21,09 \text{ detik} = 11.791,29 \text{ (sesuai kriteria desain)}$$

C. Flokulasi

- Luas alas prisma

$$A = \text{Luas segitiga sama sisi} \times \text{Jumlah sisi}$$

$$A = \frac{1}{4}r^2\sqrt{3} \times 6$$

$$A = \frac{1}{4}(1,2 \text{ m}^2)^2\sqrt{3} \times 6 = 3,741 \text{ m}^2$$

$$A \text{ satu bak} = A \times \text{Jumlah kompartemen}$$

$$A = 3,741 \text{ m}^2 \times 6 = 22,448 \text{ m}^2$$

- Volume satu bak

$$V = A \times T$$

$$V = 22,448 \text{ m}^2 \times 6 \text{ m} = 134,676 \text{ m}^3$$

- Debit tiap kompartemen

$$q = \frac{Q}{n}$$

$$q = \frac{0,2 \text{ m}^3/\text{detik}}{6 \text{ buah}} = 0,033 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Kompartemen 1

Diketahui: Tinggi muka air (T) = 5,85 m

- Luas bukaan *sluice gate*

$$A_{sluice \text{ gate}} = \text{Lebar } sluice \text{ gate} \times \text{tinggi } sluice \text{ gate}$$

$$A_{sluice \text{ gate}} = 0,85 \text{ m} \times 0,3 \text{ m} = 0,255 \text{ m}^2$$

- Volume satu kompartemen

$$V = A \times T$$

$$V = 3,741 \text{ m}^2 \times 5,85 \text{ m} = 21,886 \text{ m}^3$$

- Waktu detensi

$$td = \frac{V}{q}$$

$$td = \frac{21,886 \text{ m}^3}{0,033 \text{ m}^3/\text{detik}} = 656,586 \text{ detik} = 10,943 \text{ menit} \quad (\text{tidak sesuai}$$

kriteria desain)

- Kecepatan aliran

$$v = \frac{q}{A_{sluice\ gate}}$$

$$v = \frac{0,033\ m^3/detik}{0,255\ m^2} = 0,131\ m/detik$$

- *Headloss*

Diketahui: $k = 2,5$ (Bhargava, 1993)

$$h_L = k \times \frac{v^2}{2 \times g}$$

$$h_L = 2,5 \times \frac{(0,131\ m/detik)^2}{2 \times 9,81\ m/detik^2} = 0,002\ m$$

- Gradien kecepatan

Diketahui: viskositas kinematik (ν) pada $25^\circ C = 0,893 \times 10^{-6}\ m^2/detik$

$$G = \sqrt{\frac{g \times h_L}{\nu \times td}}$$

$$G = \sqrt{\frac{9,81\ m/detik^2 \times 0,002\ m}{0,893 \times \frac{10^{-6}\ m^2}{detik} \times 656,586\ detik}} = 6,036\ detik^{-1}\ (\text{sesuai kriteria desain})$$

- Bilangan Champ (Gtd)

$$Gtd = G \times td$$

$$Gtd = 6,036\ detik^{-1} \times 656,586\ detik = 3.962,90\ (\text{tidak sesuai kriteria desain})$$

D. Sedimentasi

- Rasio panjang dengan lebar

$$Rasio = \frac{Panjang}{Lebar}$$

$$Rasio = \frac{17,50\ m}{4,38\ m} = 3,995\ (\text{memenuhi kriteria desain})$$

- Debit per bak

$$q = \frac{Q}{n}$$

$$q = \frac{0,2\ m^3/detik}{2} = 0,1\ m^3/detik$$

- Waktu detensi (td)

$$V = P \times L \times H$$

$$V = 17,5 \text{ m} \times 4,38 \text{ m} \times 5,65 \text{ m} = 433,073 \text{ m}^3$$

$$td = \frac{V}{q}$$

$$td = \frac{433,073 \text{ m}^3}{0,1 \text{ m}^3/\text{detik}} = 4330,730 \text{ detik} = 1,21 \text{ jam} \text{ (memenuhi kriteria desain)}$$

- Beban permukaan (So)

$$As = P \times L$$

$$As = 17,50 \text{ m} \times 4,38 \text{ m} = 76,65 \text{ m}^2$$

$$So = \frac{q}{As} \times \frac{w}{h \cos \alpha + w \cos^2 \alpha}$$

$$So = \frac{0,1 \text{ m}^3/\text{detik}}{76,65 \text{ m}^2} \times \frac{0,05 \text{ m}}{0,225 \cos 60 + 0,05 \cos^2 60} = 5,219 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{detik}$$

$$So = 5,219 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{detik} = 1,879 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{jam} \quad \text{(tidak memenuhi kriteria desain)}$$

- Kecepatan horizontal (Vo)

$$Vo = \frac{q}{As \sin \alpha}$$

$$Vo = \frac{0,1 \text{ m}^3/\text{detik}}{76,65 \text{ m}^2 \times \sin 60} = 1,506 \times 10^{-3} \text{ m}/\text{detik} = 0,090 \text{ m}/\text{menit}$$

- Jari-jari hidrolis (R)

$$R = \frac{w^2}{4w}$$

$$R = \frac{(0,05 \text{ m})^2}{4 \times 0,05 \text{ m}} = 0,0125 \text{ m}$$

- Bilangan Reynolds (Re)

$$Re = \frac{Vo \times R}{\nu}$$

$$Re = \frac{1,506 \times 10^{-3} \text{ m}/\text{detik} \times 0,0125 \text{ m}}{8,93 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{detik}} = 21,087 \text{ (memenuhi kriteria desain)}$$

- Bilangan Froude (Fr)

$$Fr = \frac{Vo^2}{g \times R}$$

$$Fr = \frac{(1,506 \times 10^{-3} \text{ m/detik})^2}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{detik}^2} \times 0,0125 \text{ m}} = 1,85 \times 10^{-5} \text{ (memenuhi kriteria desain)}$$

E. Filtrasi

$$N = 12Q^{0,5}$$

$$N = 12 \times 0,152^{0,5} = 4,678 \text{ buah} \approx 5 \text{ buah}$$

F. Desinfeksi

- Konsentrasi klor

$$\text{Konsentrasi klor} = \frac{\text{Pemakaian sodium hipoklorit}}{\text{Volume tangki pelarut}}$$

$$\text{Konsentrasi klor} = \frac{150 \text{ kg}}{1000 \text{ L}} = 0,15 \text{ kg/L} = 150.000 \text{ mg/L}$$

- Konsentrasi optimum

$$\text{Konsentrasi optimum} = \text{Konsentrasi klor} \times \text{Persen konsentrasi klor}$$

$$\text{Konsentrasi optimum} = 150.000 \text{ mg/L} \times 12\% = 18.000 \text{ mg/L}$$

- Dosis klor

$$\text{Dosis klor} = \frac{\text{konsentrasi optimum} \times \text{debit pembubuhan}}{\text{debit air baku}}$$

$$\text{Dosis klor} = \frac{18.00 \text{ mg/L} \times (41,67 \frac{\text{L}}{\text{jam}} \times \frac{1 \text{ jam}}{3600 \text{ detik}})}{200 \frac{\text{L}}{\text{detik}}} = 1,042 \text{ mg/L}$$

- Sisa klor

$$\text{Sisa klor} = \text{Dosis klor} - \text{DPC}$$

$$\text{Sisa klor} = 1,042 \text{ mg/L} - 0,4 \text{ mg/L} = 0,642 \text{ mg/L}$$

Lampiran II Perhitungan Perbaikan Unit

A. Flokulasi

- Volume bak

$$V = Q \times t_d$$

$$V = 0,2 \text{ m}^3/\text{detik} \times 2.700 \text{ detik} = 540 \text{ m}^3$$

$$V \text{ tiap kompartemen} = \frac{V}{\text{jumlah kompartemen}}$$

$$V \text{ tiap kompartemen} = \frac{540 \text{ m}^3}{6} = 90 \text{ m}^3$$

- Panjang sisi (S)

$$S = \sqrt{\frac{2 \times V \text{ tiap kompartemen}}{3\sqrt{3} \times H}}$$

$$S = \sqrt{\frac{2 \times 90 \text{ m}^3}{3\sqrt{3} \times 6 \text{ m}}} = 2,403 \text{ m}$$

- Luas alas prisma

$$A = \frac{1}{4} r^2 \sqrt{3} \times 6$$

$$A = \frac{1}{4} (2,403 \text{ m})^2 \sqrt{3} \times 6 = 15 \text{ m}^2$$

Kompartemen 1

Direncanakan tinggi bukaan *sluice gate* 0,15 m

- Luas bukaan sluice gate

$$A_{\text{sluice gate}} = \text{lebar sluice gate} \times \text{tinggi sluice gate}$$

$$A_{\text{sluice gate}} = 0,85 \text{ m} \times 0,15 \text{ m} = 0,1275 \text{ m}^2$$

- Volume satu kompartemen

$$T = \text{kedalaman bak} - \text{tinggi sluice gate}$$

$$T = 6,0 \text{ m} - 0,15 \text{ m} = 5,85 \text{ m}$$

$$V = A \times T$$

$$V = 15 \text{ m}^2 \times 5,85 \text{ m} = 87,750 \text{ m}^3$$

- Waktu detensi

$$t_d = \frac{V}{q}$$

$$td = \frac{87,750 \text{ m}^3}{0,033 \text{ m}^3/\text{detik}} = 2.632,5 \text{ detik} = 43,875 \text{ menit} \quad (\text{memenuhi kriteria desain})$$

- Kecepatan aliran

$$v = \frac{q}{A_{\text{sluice gate}}}$$

$$v = \frac{0,033 \text{ m}^3/\text{detik}}{0,1275 \text{ m}^2} = 0,261 \text{ m/detik}$$

- Headloss

$$h_L = k \times \frac{v^2}{2g}$$

$$h_L = 2,5 \times \frac{(0,261 \text{ m/detik})^2}{2 \times 9,81 \text{ m/detik}^2} = 0,009 \text{ m}$$

- Gradien kecepatan

$$G = \sqrt{\frac{g \times h_L}{v \times td}}$$

$$G = \sqrt{\frac{9,81 \text{ m/detik}^2 \times 0,009 \text{ m}}{0,893 \times \frac{10^{-6} \text{ m}^2}{\text{detik}} \times 2.632,5 \text{ detik}}} = 6,029 \text{ detik}^{-1} \quad (\text{memenuhi kriteria desain})$$

- Bilangan Champ (Gtd)

$$Gtd = G \times td$$

$$Gtd = 6,029 \text{ detik}^{-1} \times 2.632,5 \text{ detik} = 15.870,19 \quad (\text{memenuhi kriteria desain})$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk kompartemen dua hingga enam.

B. Sedimentasi

Direncanakan jarak antar *tube settler* diubah menjadi 0,035 m sesuai dengan ukuran yang tersedia pada pasaran.

- Beban permukaan (So)

$$So = \frac{q}{As} \times \frac{w}{h \cos \alpha + w \cos^2 \alpha}$$

$$As = \frac{q}{So} \times \frac{w}{h \cos \alpha + w \cos^2 \alpha}$$

$$As = \frac{0,1 \text{ m}^3/\text{detik} \times \frac{60 \text{ detik}}{1 \text{ menit}} \times \frac{60 \text{ menit}}{1 \text{ jam}}}{5 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{jam}} \times \frac{0,035 \text{ m}}{0,225 \cos 60 + 0,0035 \cos^2 60} = 20,783 \text{ m}^2$$

Rasio panjang lebar adalah 3:1 sehingga diperoleh nilai sebagai berikut:

$$As = P \times L$$

$$As = 3L \times L$$

$$As = 3L^2$$

$$L = \sqrt{\frac{As}{3}}$$

$$L = \sqrt{\frac{20,783 \text{ m}^2}{3}} = 2,632 \text{ m}$$

$$P = 3L = 3 \times 2,632 \text{ m} = 7,896 \text{ m}$$

$$So = \frac{0,1 \text{ m}^3/\text{detik}}{76,65 \text{ m}^2} \times \frac{0,035 \text{ m}}{0,225 \cos 60 + 0,0035 \cos^2 60} = 1,389 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{detik}$$

$So = 1,389 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{detik} = 5 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{jam}$ (memenuhi kriteria desain)

- Kecepatan horizontal (V_o)

$$V_o = \frac{q}{As \sin \alpha}$$

$$V_o = \frac{0,1 \text{ m}^3/\text{detik}}{20,783 \text{ m}^2 \times \sin 60} = 5,556 \times 10^{-3} \text{ m}/\text{detik} = 0,333 \text{ m}/\text{menit}$$

- Jari-jari hidrolis (R)

$$R = \frac{w^2}{4w}$$

$$R = \frac{(0,035 \text{ m})^2}{4 \times 0,035 \text{ m}} = 0,00875 \text{ m}$$

- Bilangan Reynolds (Re)

$$Re = \frac{V_o \times R}{\nu}$$

$$Re = \frac{5,556 \times 10^{-3} \text{ m}/\text{detik} \times 0,00875 \text{ m}}{8,93 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{detik}} = 54,439 \quad (\text{memenuhi kriteria desain})$$

- Bilangan Froude (Fr)

$$Fr = \frac{V_o^2}{g \times R}$$

$$Fr = \frac{(5,556 \times 10^{-3} m/detik)^2}{9,81 \frac{m}{detik^2} \times 0,00875 m} = 3,6 \times 10^{-3} \text{ (memenuhi kriteria desain)}$$

Lampiran III Dokumentasi Lapangan



Sungai Cijanggal



SCADA



Instalasi Pengolahan air



Instalasi Pengolahan air



Pengukuran kekeruhan

Lampiran IV Notulensi Seminar Praktik Kerja

NOTULENSI KERJA PRAKTIK

Jumat, 18 Agustus 2023

Nama Mahasiswa : Anisa Dwiputri
Dosen Pembimbing : Mila Dirgawati, S.T., M.T., Ph.D.
Dosen Penguji : Iwan Juwana, S. T., M. EM., Ph.D.
Notulensi : Novi Lisnawati (252019030)
Jam Mulai : 09.19 WIB

Judul Kerja Praktik : Evaluasi Sistem Pasokan Air Minum Dari Sumber Hingga Ke Instalasi Pengolahan Air Minum (IPA) Pada Ssitem Penyediaan Air Minum (SPAM) Cimhai Perusahaan Umum Daerah Air Minum Tirta Raharja Kabupaten Bandung

Kehadiran Mahasiswa:

No	Nama	NRP
1	Anisa Dwiputri (Presenter)	252019011
2	Abelda Salsabella	252019028
3	Afinatunnisa Ahsani	252019007
4	Amalia Nuraini	252019018
5	Dhafin Qintara N	252019031
6	Fahda Farahristanti	252019003
7	Gina Salsabila	252019014
8	Muhammad Rizqon	252019112
9	Nadhifa	252020017
10	Nisya Raya D	252019015
11	Novi Lisnawati	252019030
12	Rachel Devina K	252019081
13	Salma Saamiyah D	252019035
14	Taufik Rizki	252019106

No	Nama	NRP
15	Yuditya Putri R	252019009
16	Zidan Fachreza	252019022
17	Zulfan Muhammad H	252019010

Sesi Tanya Jawab Mahasiswa:

No	Penanya	Pertanyaan	Jawaban
1	Yuditya Putri R (252019009)	Unit Koagulasi ada alat untuk mengukur Ph, Kekeruhan dll tapi belum terhubung dengan SCADA. SCADA itu apa ya?	SCADA singkatan dari <i>Supervisory Control and Data Acquisition</i> , itu semacam software atau aplikasi yang terhubung sama sensor yang diletakin di unit koagulasi. Sensornya itu nanti bisa mengukur pH, kekeruhan, dan debit. Hasil pengukuran dari sensornya itu nanti terbaca di SCADA. Scada itu adalah <i>software realtime</i> membaca dari sensor. Sensor bukan hanya spam cimahi bukan hanya 1 pdam yang bisa ngeliat tp bisa saling lihat . Scada bisa melihat titik kritis dimana, kekeruhan dimana.
2	Gina Salsabila (252019014)	Di unit flokulasi ada pengaturan tinggi bukaan sluice gate bagaimana cara menentukannya?	arena sebelumnya ada data eksisting nya ketika dihitung ulang tidak memenuhi kriteria desain. Dasar pengaturannya tidak ada, pada rencana perbaikan yang saya buat itu dengan cara coba-coba memasukan angkanya per-10 cm sampai angka yang diperoleh memenuhi kriteria desain

No	Penanya	Pertanyaan	Jawaban
3	Zidan Fachreza (252019022)	Rantai pasok ada sumber air baku sungai dan sumber DAS apa bedanya?	Secara kualitas itu tidak ada bedanya, yang membedakan hanya lokasi intake yang menyadap airnya, dikarenakan semakin kesini sungai sebagai air bakunya itu semakin surut, debitnya itu semakin merendah. Jadi mereka membangun intake yang semakin jauh ke tengah biar bisa menyadap air lebih banyak. <i>Intake</i> yang berada di DAS itu, merupakan intake terbaru yang baru dibangun pada tahun 2020.
4	Taufik Rizki (252019106)	Untuk dibagian barscreen untuk waktu ica kp pada bulan apa terus musim sangat mempengaruhi kecepatan aliran. Apalagi sungai-sungai di Indonesia akan kotor apakah cukup untuk menampung ranting?	Ketika saya KP di bulan Juli-agustus 2022, kurang lebih cuacanya kemarau sepeti saat ini, ketika mendatangi <i>intake</i> ditemani pa Atom ke intake untuk ngeruk intake karena saking airnya surut dan airnya kurang. Ada ranting apa tidaknya sebenarnya bersih tidak ada sampah besar hanya ada pasir dan kerikil yang besar daun dan ranting jarang. Dan jika nanti ada sampah atau ranting, terlihat bahwa <i>bar screen</i> tersebut bisa menampung.

Sesi Diskusi dengan Dosen Penguji:

No	Pertanyaan dan Masukan	Jawaban
1	Saat Presentasi tidak ada halaman slide, beberapa tampilan ha jelas dari warna. Warna “ mirip jadi dari belakang kurang jelas antara background dengan tulisan.	
2	Tujuan KPnya apa?	Mengidentifikasi dan evaluasi spam dari sumber sampai IPA tidak sampai jaringan distribusi, Tujuan ada 6 mengetahui rantai pasok, deksripsi SPAM, <i>performance</i> IPA mengevaluasi kualitas air baku & produksi, memberikan rekomendasi
3	Rantai Pasok adalah?	<i>Supply chain</i> sebelum sampai ke konsumen melalui apa saja proses nya dan bagaimana prosesnya sampai
4	Hasil dari membuat rantai pasok? Pelajaran yng diambil?	Dulu kan simple yang sering ditampilkan skematik ternyata berbeda kalau rantai pasok lebih <i>complicated</i> ternyata <i>intake</i> yang saya kira hanya bisa 1 ternyata bisa lebih dan tidak hanya sampai ke unit tetapi sampai ke konsumen
5	Manfaat rantai pasok	Kita jadi tahu ketika ada kebocoran bisa dilihat. Ketika belajar TPAM debit air tidak sampai dan ketika air surut solusi untuk kita tahu yg harus diperbaiki dengan cara melihat rantai pasok
6	Cara mengetahui air melalui rantai pasok?	Misal sebelum air masuk ke sambungan air ke rumah melalui ke jaringan distribusi 9 baru SR6. Ketika

No	Pertanyaan dan Masukan	Jawaban
		pelanggan mengeluhkan kurang air nah jadi rantai pasoknya bisa diubah bisa
7	Biru dan pink tidak cocok untuk di PPT	
8	Tirta Raharja ada berapa SPAM?	29 SPAM
9	Antara spam di Cimahi dengan yang lain ada hubungan?	Tidak ada hubungan dengan SPAM lain, hanya SPAM Cimahi untuk wilayah Cimahi.
10	SPAM bisa saja tergantung namanya daerahnya bisa saja terpisah dan ada interepetasi. SPAM Cimahi berdekatan dengan SPAM mana? Bisa saja kurang airnya ada interprestasi dari SPAM Padalarang. Khususnya saat keadaan darurat	SPAM padalarang
11	Sumbernya sungai cijanggel? <i>Intake</i> berapa?	Iya, 3
12	Ketika Cimahi tidak ada air bisa berhubungan dengan yang lain.	
13	Jelaskan rantai pasoknya? Ketika menjelaskan ke sumber dulu / <i>catchment</i> ? Ini nyambung ke atas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sebelum ke sumber ada <i>catchment</i> (wilayah yng melayani atau wilayah sumber airnya dari mana saja) 2. Dari sumber untuk yang sungai (kode S) itu di sungai cijanggel, disadap oleh 2 <i>intake</i> 1 dan 2. <i>intake</i> 3 berbeda. 3. Ada 3 pipsa transmisi sebelum masuk ke IPA 4. Sepanjang transmisi ke IPA terdapat 6 BPT yang berfungsi mencegah kebocoran antar pipa

No	Pertanyaan dan Masukan	Jawaban
		5. Kemudian setelah melalui IPA, terdapat 9 pipa dsitribusi yang terhubung ke 6 SR
14	Kenapa perlu tau <i>catchment area</i> ? Tangkapan air pelayanan	Memungkinkan tidaknya memenuhi kebutuhan yang dilayani. Pelayanan hanya SR SR nya saja
15	Arah catchmenet? Gimana caranya? Apa informasi yang disampaikan sehingga tau <i>catchement</i> ?	Untuk mengetahui jumlah air yang bisa diambil. Dari debit. <i>Intake</i> ada di 1 titik terus di sungai biar tau air yang masuk sungai kemana saja
16	Sungainya dari mata air atau ada di catchment SPAM Ciamhi. Itu berarti kamu punya daerah tertentu. Di <i>catchement</i> itu ada sumber mata airnya/ mata air dari sumber lain? Mata airnya ada dimana? Sungai Cijanggal kan sungai nah mata air darimana?	Di tangkuban perahu mata air. Kalau secara gambar/ visual kurang tau berdasarkan yang saya cari tau ada hubungannya dengan gunung tangkuban perahu
17	Cari tahu ternyata di catchement tersebut apakah ada sungai cijanggal ada tidak	
18	Atasnya <i>intake</i> yg ketiga. Jadi beda 2 <i>intake</i> dengan yg ketiga? kenapa pake BPT?	Perbedaanya intake 1 dan 2 berada di sungai sedangkan intake 3 berada di anak sungai (AS). Biar curam kan tinggi pake pipa tertutup ketika beda tekan jauh pipanya pecah sehingga perlu dikembalikan lagi tekanan ke nol menggunakan bpt
19	Berapa tekanan sampai bisa memecahkan pipa?	Mohon maaf seingat saya 85 kpa pak
20	Cara menentukan perlu tidaknya BPT? Beda tingginya berapa nanti cari tahu	<i>Slope</i> , beda tinggi per 1 kilo atau 80 meter. Mohon maaf saya lupa pak

No	Pertanyaan dan Masukan	Jawaban
	berapa beda tinggi, slope supaya jelas pake bpt tidak	
21	<i>Deep well</i> apa?	Sumur dalam
22	Intermitten apa Selalu terjadi prosenya?	Selalu terjadi prosenya. Ada 3 dari distribusi 1 ke distirbusi 9 ketika kurang air dibantu <i>deep well</i> lalu distribusi 6 ke distribusi 7
23	Intermitten apakah tidak muncul air terus menerus?	Karena kapasitas produksi kadang berkurang sedangkan wilayah harus terlayani sehingga ada intermitten ke <i>deep well</i> untuk memenuhi kebutuhan
24	Bukannya semua distribusi intermitetn? 3 apa aja	Distribusi 6 ke 7, distribusi 1 ke 9, dibantu <i>deep wel</i> 10 ke distribusi 9,
25	Biarkan dulu <i>deep well</i> . Kenapa alasannya intermitten yang distribusi?	Karena ada <i>deep well</i> 11 ada intermiteen langsung masuk ke 4. Air cukup. Sehingga tidak perlu air dari IPA. Sumbernya dari <i>deep well</i> kalau kurang dari IPA
26	Distribusi yang mana?	Untuk ke SR5
27	Kasus lainnya bagaimana?	Kasus yang lain <i>deep well</i> intermitten ke D9 untuk SR5. Jika dari IPA kurang maka dipenuhi <i>deep well</i> .
28	Bagian intermitten? jalan duluan yang mana? khawatir tidak jalan <i>deepwellnya</i> intermiteen atau <i>deep well</i> yg bawah?	Mohon maaf kurang tau
30	Intermitetn yang tengah? Yang itu? Lanjutannya?	Air sumber utamanya <i>deep well</i> 11. D6 ke D7