

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:
lpp@itenas.ac.id

SURAT KETERANGAN MELAKUKAN KEGIATAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL 417/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 : Rineka Wijayanti
NRP : 252017070
Email : Rineka98@gmail.com

Telah melakukan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat sebagai berikut:

Nama Kegiatan : Kerja Praktik Penyusunan gambaran Umum Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Dago Pakar Kota Bandung

Tempat : Perumda Tirtawening Kota Bandung

Waktu : Januari 2023

Sumber Dana : Pribadi

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

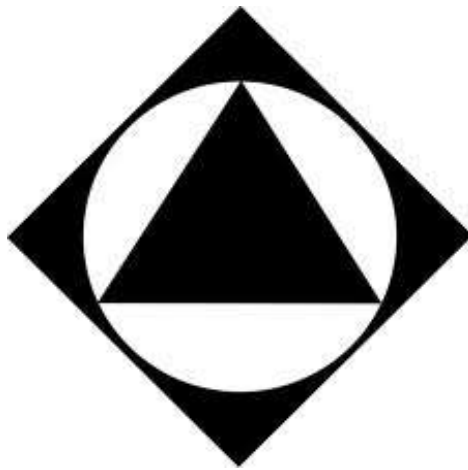
Bandung, 1 September 2023

Ketua Program Studi Teknik Lingkungan
Itenas,

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

**PENYUSUNAN GAMBARAN UMUM SISTEM
PENYEDIAAN AIR MINUM (SPAM) DAGO
PAKAR KOTA BANDUNG**

LAPORAN KERJA PRAKTIK



Oleh :

RINEKA WIJAYANTI

252017070

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
BANDUNG
2023**

LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN PRAKTIK KERJA
PENYUSUNAN GAMBARAN UMUM SISTEM PENYEDIAAN AIR
MINUM (SPAM) DAGO PAKAR KOTA BANDUNG

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Mata Kuliah (TLA-490) Kerja Praktik
Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Nasional

Disusun Oleh :
Rineka Wijayanti
25-2017-070
Bandung, 29 Agustus 2023
Semester Genap 2022-2023
Mengetahui/Menyetujui,

Dosen Pembimbing



Ir. Rachmawati S.Dj., M.Env.Stud., Ph.D

NIP : 0408066601

Kordinator Praktik Kerja



Siti Ainun S.T., S.Psi., M.Sc

NIP : 120020123

Ketua Program Studi



DR., M. Ranga Sururi, S.T., M.T

NIP : 120040909

PRAKATA

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanahu wata a'la, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan kerja praktik dengan judul Penyusunan Gambaran Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Dago Pakar Kota Bandung. Laporan kerja praktik ini disusun sebagai salah satu syarat lulus mata kuliah kerja praktik. Penulis juga menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak telah membantu, khususnya kepada :

1. Ibu, Ayah, Alif, aa, dan ana yang telah memberikan do'a, dan segala dukungan yang diberikan kepada penulis;
2. Dr. Ir. Rachmawati S.Dj., M.Env.Stud., selaku dosen pembimbing sekaligus dosen wali yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan penyusunan laporan tugas akhir ini dan memberikan arahan selama kegiatan perkuliahan;
3. Pihak Perumda Tirtawening Kota Bandung, yang telah meluangkan waktu dan tenaganya dalam membantu penulis dalam proses pengumpulan data yang dibutuhkan; dan
4. Serta semua teman di jurusan Teknik Lingkungan, serta pihak lain yang tidak bisa disebutkan satu – persatu, yang telah memberikan segala bentuk bantuan dan dukungannya.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan. Kritik serta saran yang bersifat membangun atas laporan ini, diharapkan dapat menjadi perbaikan bagi penulis dan pembaca laporan ini. Akhir kata, penulis berharap laporan ini dapat menjadi manfaat, khususnya bagi penulis secara pribadi, dan umumnya bagi semua orang yang membacanya.

Bandung, 4 September 2023,

Rineka Wijayanti

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
PRAKATA	ii
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR LAMPIRAN.....	vi
BAB I	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan.....	2
1.2.1 Maksud	2
1.2.2 Tujuan.....	2
1.3 Ruang Lingkup.....	3
1.4 Sistematika Penulisan	3
BAB II.....	4
2.1 Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM).....	4
2.2 Pengukuran <i>Fecal Coliform</i>	10
2.3 RPAM.....	11
BAB III	18
3.1 Profil Kota Bandung	18
3.2 Klimatologi Kota Bandung.....	18
3.3 Perusahaan Daerah Air Minum (Perumda) Tirtawening Kota Bandung 20	
BAB IV.....	24
4.1 Modul 2 (M2) : Gambaran Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM)	24
BAB 5.....	47
5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Contoh Formulir Penyelenggaraan SPAM	12
Tabel 2. 2 Simbol pada Diagram Alir	16
Tabel 2. 3 Contoh Format Deskripsi Diagram Alir	17
Tabel 2. 4 Contoh Format Performa Kualitas Air	17
Tabel 2. 5 Contoh Penggunaan dan Pengguna Air Minum	17
Tabel 3. 1 Kategori Curah Hujan per Bulan	19
Tabel 3. 2 Kategori Curah Hujan Kota Bandung Tahun 2011 – 2012 dalam Bulan	19
Tabel 3. 3 Sumber Air Permukaan yang Dimanfaatkan Perumda Tirtawening Kota Bandung	21
Tabel 4. 1 Informasi Sumber Air Baku.....	24
Tabel 4. 2 Informasi Spesifik IPAM Dago Pakar	24
Tabel 4. 3 Simbol Pada Diagram Alir.....	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Proses Dasar SPAM.....	16
Gambar 3. 1 Struktur Organisasi Perumda Tirtawening Kota Bandung	22
Gambar 3. 2 Area Pelayanan SPAM Dago Pakar Kota Bandung	23
Gambar 4. 1 Skematik Proses Pengolahan Air pada IPAM Dago Pakar	27
Gambar 4. 2 Peta Tata Guna Lahan DAS Sungai Cikapundung	28
Gambar 4. 3 <i>Bar screen</i> Manual.....	30
Gambar 4. 4 <i>Travel Screen</i>	30
Gambar 4. 5 Unit Prasedimentasi	31
Gambar 4. 6 <i>Coarse Screen</i>	31
Gambar 4. 7 <i>Valve</i> Unit Prasedimentasi	31
Gambar 4. 8 Pembubuhan PAC Liquid di Unit koagulasi	32
Gambar 4. 9 Unit Flokulasi	32
Gambar 4. 10 Unit Sedimentasi.....	33
Gambar 4. 11 Proses Pembuangan Lumpur Unit Sedimentasi.....	33
Gambar 4. 12 Proses Pembersihan Tube Settler.....	33
Gambar 4. 13 Unit Filtrasi	34
Gambar 4. 14 Injeksi Gas Klor	34
Gambar 4. 15 Indikator Tekanan Air pada Reservoir R-XII.....	35
Gambar 4. 16 Kondisi Penuh Salah Satu Bak Reservoir R-XII	35
Gambar 4. 17 Akses Menuju Bak Reservoir	35
Gambar 4. 18 Diagram Alir SPAM Dago Pakar	40
Gambar 4. 19 Diagram Alir IPAM Dago Pakar	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Pengukuran Kualitas Air Minum IPAM Dago Pakar.....	58
Lampiran 2 Tabel MPN indeks dengan tingkat kepercayaan 95% APHA, 2017	59

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air minum merupakan kebutuhan dasar manusia. Bagi setiap produsen air minum, harus memastikan bahwa air minum yang diproduksi dan didistribusikan aman untuk dikonsumsi. Hal tersebut didasari karena mengonsumsi air minum tidak aman dapat menyebabkan berbagai penyakit, seperti diare, kolera, disentri, tipus dan polio (WHO,2022a). Sekitar 2 miliar orang diseluruh dunia mengonsumsi air minum yang telah terkontaminasi oleh tinja, hal tersebut dan telah menyebabkan sekitar 485.000 orang setiap tahunnya meninggal dunia akibat diare (WHO,2022a). Di Indonesia, penyebab kematian pada anak peringkat ke-6 adalah diare, yang mana hal tersebut disebabkan oleh kekurangan penyediaan air, sanitasi yang buruk, pencemaran air dan praktik *hygiene* yang kurang baik (Rachmat dan Eva, 2020). Karena hal terserbut, air minum yang di produksi dan didistribusikan harus dipastikan aman untuk dikonsumsi.

Pemenuhan air minum yang aman tercantum pada *Suitable Development Goals* (SDGs) nomor 6 tentang air bersih dan sanitasi yang layak, dimana pada target 6.1 disebutkan bahwa tercapai akses universal dan merata terhadap air minum yang aman dan terjangkau bagi semua pada tahun 2030. SDGs atau yang lebih dikenal sebagai Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (TPB) di Indonesia, diatur pada Peraturan Presiden Nomor 59 Tahun 2017. Dimana, pada Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) Tahun 2020 – 2024, pemerintah menargetkan 100% akses air minum layak dengan 15 % akses air minum aman di tahun 2020 – 2024. Parameter wajib air minum aman tertera pada Peraturan Kementerian Kesehatan (Permenkes) No 492 tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum; No 736 tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengawasan Air Minum; dan No. 2 tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan.

Program Rencana Pengamanan Air Minum (RPAM) merupakan salah satu langkah yang dilakukan untuk menjaga suplai air minum aman (Juliarba, Rachmawati, dan Dyah., 2017). RPAM merupakan upaya pengamanan kualitas air minum yang dilakukan dari sumber air baku hingga konsumen, yang dilakukan secara terpadu dengan pendekatan analisis dan manajemen risiko untuk menjamin suplai air minum tetap aman sampai kepada konsumen (Bartman dkk, 2009; dalam Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2021). RPAM dilaksanakan oleh institusi penyelenggara Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2021). Institusi yang melaksanakan RPAM di SPAM Kota Bandung adalah Perusahaan Daerah (PERUMDA) Tirtawening Kota Bandung. Pelaksanaan RPAM pada SPAM merupakan langkah yang diambil untuk memenuhi target 15% akses air minum aman.

Dalam penyusunan RPAM, gambaran sistem penyediaan air minum dibutuhkan sebagai acuan utama, agar dalam proses identifikasi bahaya, analisis potensi risiko, menentukan tindakan pengendalian, dan pengelolaan risiko menjadi lebih mudah dan efisien. Kerja praktik ini dilakukan di salah satu SPAM yang ada di Perumda Tirtawening Kota Bandung, yaitu SPAM Dago Pakar. SPAM Dago Pakar dipilih, karena belum memiliki gambar skematik untuk menyusun gambaran SPAM sebagai dasar penyusunan RPAM di SPAM tersebut.

1.2 Maksud dan Tujuan

1.2.1 Maksud

Maksud dari kerja praktik ini adalah menganalisis SPAM Dago Pakar, dengan mengacu pada modul 2 *Draft* Pedoman Pelaksanaan Rencana Pengamanan Air Minum Untuk Sistem Jaringan Perpipaan tahun 2021.

1.2.2 Tujuan

Tujuan dari kerja praktik ini adalah menyusun gambaran sistem penyediaan air minum, khususnya gambar skematik dan diagram alir, pada SPAM Dago Pakar Perumda Tirtawening Kota Bandung sesuai modul 2 *Draft*, Pedoman Pelaksanaan Rencana Pengamanan Air Minum Untuk Sistem Jaringan Perpipaan tahun 2021.

1.3 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari kerja praktik ini, yaitu :

1. Mengumpulkan informasi terkait SPAM Dago Pakar;
2. Menganalisis kondisi sekitar SPAM;
3. Menyusun gambar skematik SPAM;
4. Menyusun diagram alir SPAM;
5. Menganalisis performa kualitas air baku dan air minum; dan,
6. Menganalisis pengguna dan penggunaan air.

1.4 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan ini adalah sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menunjukkan latar belakang masalah; ruang lingkup; serta sistematika penulisan laporan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi teori dasar; peraturan; standar baku mutu; dokumen yang diacu; dan informasi yang berkaitan dengan penyusunan laporan.

BAB III GAMBARAN UMUM DAERAH PENELITIAN

Bab ini memaparkan profil Perumda Tirtawening Kota Bandung dan informasi singkat SPAM Dago Pakar.

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyusun gambaran umum SPAM Dago pakar berdasarkan analisis data primer dan sekunder sesuai modul 2 *Draft* Pedoman Pelaksanaan Rencana Pengamanan Air Minum Untuk Sistem Jaringan Perpipaan tahun 2021.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini memuat kesimpulan dan saran berdasarkan hasil analisis gambaran SPAM Dago Pakar.

BAB II

TEORI DASAR

2.1 Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM)

SPAM merupakan sarana dan prasarana air minum. SPAM Jaringan Perpipaan (SPAM JP) merupakan satu kesatuan sarana dan prasarana penyediaan air minum menggunakan sistem perpipaan. SPAM JP diselenggarakan untuk menjamin kepastian, kualitas, dan kontinuitas penyediaan air minum. SPAM JP meliputi (Pemerintah Republik Indonesia, 2015):

a. Unit air baku

Unit air baku adalah sarana pengambilan dan atau penyedia air baku. Unit air baku terdiri atas (Al-Layla, dkk., 1980) :

1) Sumber Air Baku

Sumber air baku yang diolah untuk air minum dapat berasal dari air permukaan, air tanah dan mata air, yang kualitasnya sesuai dengan Peraturan Pemerintah (PP) 22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

2) Intake

Persyaratan lokasi penempatan dan konstruksi bangunan untuk sumber air baku yang merupakan air permukaan adalah (SNI 7829:2012):

- a) *Intake* berada di tempat yang aman dari polusi yang disebabkan oleh pengaruh luar (pencemaran oleh manusia dan makhluk hidup lain);
- b) *Intake* berada pada lokasi yang memudahkan dalam pelaksanaan dan aman terhadap daya dukung alam (terhadap longsor, dan lain-lain);
- c) Konstruksi *intake* harus aman terhadap banjir air sungai dan daya rusak air lainnya sesuai dengan SNI 03-1724–1989, SNI 03-2415-1991, SNI 03-2400-1991, SNI 03-3441-1994;

- d) *Intake* berada pada lokasi yang memudahkan dalam pelaksanaan dan aman terhadap daya dukung tanah, gaya geser, dan lain-lain sesuai dengan SNI 03-2827-1992;
- e) Konstruksi *intake* harus aman terhadap gaya guling, gaya geser, rembesan, gempa dan gaya angkat air (*up-lift*);
- f) Penempatan *intake* diutamakan berada di lokasi yang memungkinkan penggunaan sistem gravitasi dalam pengoperasian serta terletak pada aliran/sumber air yang belum tercemar;
- g) Dimensi bangunan pengambilan harus mempertimbangkan kebutuhan maksimum harian;
- h) Dimensi dan letak *inlet* serta *outlet* harus memperhitungkan fluktuasi ketinggian muka air;
- i) Pemilihan lokasi *intake* harus mempertimbangkan karakteristik sumber air baku;
- j) Konstruksi *intake* direncanakan pada umur pakai (*life time*) minimal 25 tahun;
- k) Bahan/material konstruksi diusahakan menggunakan material lokal/setempat atau disesuaikan dengan kondisi daerah sekitar;
- l) Lokasi penyadapan ditempatkan pada salah satu sisi tebing sungai yang relatif sejajar dengan tebing sungai lainnya dengan alur sungai lurus serta aliran stabil;
- m) *Intake* di tempatkan pada ketinggian muka air rata-rata atau lebih rendah, dengan tinggi muka air pada saat musim kering minimal 2m. Jika kondisi tinggi muka air pada saat musim kering kurang dari 2m, disarankan membuat sumuran; dan,
- n) Dasar sumber air pada titik penyadapan tidak berubah secara drastis akibat proses erosi/sedimentasi.

Secara garis besar tipe *intake* untuk air permukaan terdiri dari menjadi 5 (lima) macam, yaitu (SNI 7829 : 2012):

- a) *Intake* bebas;
- b) *Intake* dengan bendung;

- c) *Intake* ponton;
- d) *Intake* jembatan (*Intake Bridge*);
- e) Saluran resapan (*Infiltration Galleries*)

3) Sistem Transmisi

Jaringan pipa transmisi air baku adalah ruas pipa pembawa air dari sumber air sampai unit produksi (Kementerian Pekerjaan Umum, 2007). Sistem transmisi air baku harus mengoptimalkan jarak antara unit air baku menuju unit produksi. Pipa transmisi air baku dirancang mengalirkan kebutuhan maksimum. Pipa transmisi sedapat mungkin harus diletakkan sedemikian rupa dibawah level garis hidrolis untuk menjamin aliran sebagaimana diharapkan dalam perhitungan agar debit aliran yang dapat dicapai masih sesuai dengan yang diharapkan (Kementerian PUPR, 2022).

Spesifikasi pemilihan pipa yang digunakan untuk pipa transmisi adalah sebagai berikut (SNI 7509 : 2011) :

- Spesifikasi pipa PVC harus sesuai dengan SNI 03-0084-2002;
- Spesifikasi untuk pipa PE harus sesuai dengan SNI 06-4829-2005;
- Spesifikasi pipa baja harus sesuai dengan SNI 07-2225-1991;
- Pipa daktil harus sesuai dengan SNI 19-6782-2002;
- Pipa fiber harus sesuai dengan SNI 03-6785-2002;

Persyaratan bahan pipa lainnya dapat menggunakan standar nasional maupun internasional lainnya yang berlaku.

b. Unit produksi

Sistem pengolahan air baku menjadi air minum yang aman dilakukan dengan proses fisik, kimiawi, dan/atau biologi. Pengolahan air meliputi sarana dan prasarana bangunan pengolahan dan perlengkapannya, perangkat operasional, alat pengukuran, dan peralatan pemantauan serta bangunan penampungan air minum (Pemerintah Indonesia, 2015).

Unit produksi merupakan unit yang digunakan untuk proses pengolahan air baku menjadi air minum melalui proses fisika, kimia, dan/atau biologi. Contoh unit produksi air minum aman dengan sumber air baku air sungai adalah (Pemerintah Indonesia, 2015):

1) Unit Prasedimentasi

Unit prasedimentasi merupakan unit tempat terjadinya proses partikel diskrit (partikel yang tidak mengalami perubahan bentuk, ukuran, maupun berat) mengendap. Karakteristik aliran mempengaruhi efisiensi pengendapan pada unit prasedimentasi (lopez, 2007). Analisis karakteristik aliran dapat menggunakan bilangan *reynold* atau bilangan *froude* (Kawamura, 2010). Unit prasedimentasi memiliki waktu detensi (td) 30 – 180 menit (Schulz dan Okun, 1984).

2) Koagulasi

Koagulasi merupakan proses pencampuran koagulan, kemudian terjadi perputaran tinggi dalam waktu yang singkat. Proses ini menggabungkan partikel – partikel kecil yang tidak dapat mengendap secara gravitasi (Susanto, 2008). Efisiensi proses koagulasi tergantung dengan kualitas air baku dan koagulan yang digunakan (WHO, 2022b).

Koagulan yang umum digunakan dalam proses koagulasi ada *poly alumunium chloride* (PAC). Kelebihan PAC yaitu memiliki tingkat adsorpsi yang kuat, memiliki kekuatan lekat, ukuran flok yang terbentuk besar meski dengan penggunaan dosis yang kecil, tingkat sedimentasi yang cepat, cakupan penggunaannya luas dan pemakaian koagulan cukup pada konsentrasi yang rendah (Hutomo, 2015).

3) Flokulasi

Flokulasi merupakan proses merubah partikel kecil penyebab kekeruhan menjadi partikel lebih besar melalui pengadukan lambat. Pengadukan lambat dilakukan secara hati – hati, agar partikel besar yang terbentuk tidak mudah hancur (Susanto, 2008).

4) Sedimentasi

Sedimentasi merupakan proses pemisahan antara air dan partikel tersuspensi dengan gaya gravitasi. Sedimentasi umumnya dilakukan setelah proses koagulasi dan flokulasi (Al-Laya, dkk. 1980). Pada unit sedimentasi, penyisihan TSS 50-80%, BOD 40-70%, COD 40-70%, kekeruhan 90-100%, dan seng 20- 90% (Hammer, Mark J dan Mark J. Hammer, Jr, 2008).

5) Filtrasi

Filtrasi merupakan proses pemisahan partikel *solid* dan *liquid* dengan cara melewatkan *liquid* melalui media berpori untuk menyisihkan atau menghilangkan sebanyak - banyaknya butiran halus partikel *solid* tersuspensi pada *liquid*. Filtrasi dilakukan untuk memisahkan partikel yang tidak dapat mengendap. Beberapa zat yang biasanya disisihkan pada proses filtrasi antara lain besi (Fe), mangan (Mn), garam bikarbonat, garam sulfat, maupun partikel koloid lain yang bergabung dalam senyawa organik (Widyastuti dan Antik, 2011).

Media filter merupakan bagian terpenting dari filter. Beberapa media dipercaya memiliki kemampuan adsorben yang baik terhadap zat pencemar dalam sistem filtrasi antara lain, batu kerikil, ijuk, pasir silika dan karbon aktif (Fajri, dkk., 2017). Jenis filtrasi berdasarkan kecapatannya terbagi menjadi 2, yaitu (Joko, 2010):

a) Filter Pasir Cepat (*Rapid Sand Filter*)

Saringan pasir cepat mempunyai kecepatan 40 kali kecepatan saringan pasir lambat, dapat dicuci dan dapat digunakan koagulan kimia, sehingga efektif untuk pengolahan dengan kekeruhan tinggi.

b) Filter pasir lambat (*Slow Sand Filter*)

Saringan pasir lambat didesain dengan penyaringan lambat, namun dapat menyaring zat pengotor hingga diameter yang lebih kecil dibandingkan dengan saringan pasir cepat. Sistem pencuciannya dengan cara *scraping* lapisan atas, namun memakan waktu hingga 1-2 bulan. Luas permukaan lebih besar dibandingkan dengan penyaringan pasir cepat.

6) Desinfeksi

Desinfeksi merupakan tindakan untuk menyisihkan mikroba patogen di dalam air dengan memanfaatkan zat kimia. Zat kimia yang umum digunakan adalah klorin. Desinfeksi biasanya dilakukan sebelum distribusi (Masqudi dan Assomadi, 2012).

7) Reservoir

Reservoir air yang berfungsi untuk menjaga kesetimbangan antara produksi dengan kebutuhan, sebagai penyimpan kebutuhan air dalam kondisi darurat, dan

sebagai penyediaan kebutuhan air untuk keperluan instalasi. Reservoir air dibangun dalam bentuk reservoir tanah yang umumnya untuk menampung produksi air dari sistem IPA, atau dalam bentuk menara air yang umumnya untuk mengantisipasi kebutuhan puncak di daerah distribusi. Reservoir air dibangun baik dengan konstruksi baja maupun konstruksi beton (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan rakyat, 2022).

Air minum hasil produksi yang berada di reservoir harus memenuhi syarat kesehatan untuk air minum yang aman, yang mengacu pada Permenkes No. 492 Tahun 2010, No. 736 Tahun 2010 dan No. 2 Tahun 2023. Permenkes No. 2 Tahun 2023 tetap diperhitungkan, karena merupakan standar air minum terbaru. Tetapi jika pihak penyedia air minum belum bisa memenuhi standar tersebut secara keseluruhan, maka dapat menggunakan Permenkes sebelumnya, sesuai yang tercantum pada pasal 50 Permenkes No. 2 Tahun 2023 yang menyatakan bahwa “setiap produsen/ penyedia/ penyelenggara air minum dan pangan olahan siap saji harus menyesuaikan ketentuan dalam peraturan menteri ini paling lambat 2 (dua) tahun sejak peraturan menteri ini diundangkan”. Walaupun diperkenankan menggunakan peraturan sebelumnya, dalam 2 tahun tersebut, pihak – pihak terkait harus mulai menyediakan sarana dan prasarana dalam pemenuhan Permenkes No.2 tahun 2023.

c. Unit distribusi

Unit distribusi merupakan unit yang mendistribusikan air dari unit produksi (reservoir) ke unit pelayanan. Unit ini terdiri dari tangki penyimpanan, pompa, jaringan pipa, dan perlengkapannya. Distribusi air minum terdiri dari 2 sistem, yaitu sistem pemompaan dan/atau secara gravitasi (Pemerintah Republik Indonesia, 2015). Sistem distribusi gravitasi dapat digunakan apabila elevasi sumber air mempunyai perbedaan cukup besar dengan elevasi daerah pelayanan, sehingga tekanan yang diperlukan dapat dipertahankan (Joko, 2010).

Jenis jaringan perpipaan pada unit distribusi terdiri dari beberapa jenis jaringan perpipaan, yaitu sistem jaringan perpipaan yang terkoneksi satu dengan lainnya membentuk jaringan tertutup (*loop*), sistem jaringan distribusi bercabang (*dead-end distribution system*), atau kombinasi dari kedua sistem tersebut (*grade*

system). Bentuk jaringan pipa distribusi dibuat berdasarkan oleh kondisi topografi, lokasi reservoir, luas wilayah pelayanan, jumlah pelanggan dan jaringan jalan dimana pipa akan dipasang (Kementerian Pekerjaan Umum, 2007).

d. Unit pelayanan

Unit pelayanan unit terakhir dari sistem yang langsung bersentuhan dengan pelanggan. Unit pelayanan dapat berupa sambungan rumah dan hidran umum. Kandungan klor pada unit pelayanan harus ada di angka $0,2 \text{ mg/L} - 0,3 \text{ mg/L}$ (WHO, 2022b).

2.2 Pengukuran *Fecal Coliform*

Secara umum, pengukuran mikroba dapat menggunakan 2 metode, yaitu :

1. Metode Kuantitatif

Metode kuantitatif biasanya dinyatakan dengan satuan CFU/ml . Metode ini menggunakan cawan sebagai tempat perhitungan koloni. Beberapa cara perhitungan koloni dilakukan dengan cara *spread plate* atau *pour plate* pada media agar; *membrane filter method*, dan *enzym substrate method*. Media yang digunakan biasanya media padat / agar yang berada pada cawan. Media yang telah ditanam sampel, biasanya diinkubasi selama 24 jam sebelum dilakukan perhitungan, agar mikroorganisme yang diinginkan tumbuh. Perhitungan koloni dilakukan dengan cara menghitung unit yang tumbuh pada media. 1 unit yang tumbuh, dihitung sebagai 1 koloni. (APHA, 2017).

2. Metode Semi Kuantitatif

Metode ini dilakukan menghitung jumlah mikroba pada medium cair di tabung reaksi, dengan perhitungan yang dilakukan berdasarkan jumlah tabung yang bereaksi positif setelah inkubasi pada waktu dan suhu tertentu. Metode pengujian yang umum berasal dari WHO dan *american public health association* (APHA). Uji yang dilakukan terdiri dari 3, yaitu:

a. Uji Dugaan (*Presumptive Test*)

Uji pendugaan merupakan tahap pertama untuk mendeteksi keberadaan bakteri *coliform* pada suatu sampel (Anggraeni dan Evy, 2020). Uji ini biasanya

menggunakan media *lactose broth* pada tabung durham. Hasil positif akan menunjukkan adanya gelembung udara atau perubahan warna pada tabung durham setelah inkubasi selama 24 - 48 jam (APHA, 2017). Tabung yang memberikan hasil positif akan di uji pada uji penegasan (Khotimah, 2016).

b. Uji Penegasan *coliform* (*confirmed coliform*)

Uji ini menggunakan media *brilliant green lactose bile broth* (BGLBB), bertujuan untuk menguji kembali kebenaran adanya *coliform* dengan bantuan media selektif, yang menegaskan hasil positif dari uji pendugaan. Inkubasi dilakukan selama 24 – 48 jam. Reaksi positif akan terlihat dengan munculnya gas, pertumbuhan koloni, atau reaksi kimia. (APHA, 2017; Boekoesoe 2010). BGLB merupakan media pertumbuhan khusus bakteri *coliform*, yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri gram positif (Widiyanti, 2004).

c. Uji Kelengkapan (*Completed Test*)

Uji terakhir adalah uji kelengkapan. Sampel dari tabung yang positif pada uji penegasan, diambil dan ditanam pada media *eosin methylen blue* agar (EMBA) secara aseptis dengan menggunakan jarum inokulasi. Inkubasi dilakukan selama 24 jam. Pertumbuhan koloni bakteri *escherichia coli* ditunjukkan dengan koloni tumbuh berwarna merah atau kehijauan dengan kilat logam. Sampel koloni kemudian diambil, dan dilakukan pewarnaan gram untuk menganalisis bakteri *escherichia coli*. Bakteri *Escherichia coli* akan menunjukkan pewarnaan gram negatif berbentuk basil (Widiyanti, 2004).

2.3 RPAM

Water Safety Plan atau di Indonesia lebih dikenal dengan RPAM, merupakan suatu proses sistematis untuk mengelola air minum, yang bertujuan untuk menjaga kesehatan masyarakat (WHO, 2023). Upaya pengamanan suplai air minum dilakukan dari sumber air baku hingga konsumen, yang dilakukan oleh berbagai pihak secara terpadu, dengan menggunakan pendekatan analisis manajemen resiko untuk menjamin air minum disuplai aman bagi konsumen dari segi kualitas dan Kesehatan (Kementerian pekerjaan umum dan Perumahan Rakyat, 2021).

Upaya pengamanan suplai air minum dilakukan pada seluruh komponen SPAM. Dalam hal ini, RPAM dilakukan pada jaringan perpipaan. RPAM terdiri dari 11 modul, dengan modul 2 (M2) yang membahas tentang gambaran sistem penyediaan air minum, sebagai dasar dari penyusunan RPAM. M2 dimaksudkan untuk mengidentifikasi gambar sistem penyediaan air minum (gambar skematik), diagram alir, serta peta lokasi sebagai acuan utama dalam identifikasi bahaya, menganalisis potensi risiko, dan menentukan tindakan pengendalian mulai dari sumber hingga konsumen. Identifikasi ini penting dilakukan untuk memastikan gambar skematik dan diagram alir SPAM sesuai dengan kondisi eksisting, serta mempermudah kegiatan evaluasi kedepannya.

Pertama, dilakukan pengumpulan informasi terkait SPAM dengan mengisi *form* seperti contoh pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2. 1 Formulir Penyelenggaraan SPAM

Informasi Singkat PDAM	
Wilayah Pelayanan <i>(Isi nama kota/kabupaten yang dilayani)</i>	
Populasi Penduduk <i>(Isi jumlah populasi penduduk pada kota/kabupaten tersebut)</i>	
Kebutuhan Air Penduduk Total ($L^3/detik$) <i>(Isi kebutuhan air minum penduduk total ($L^3/detik$))</i>	
Volume Total Air yang Didistribusikan ($L^3/detik$) <i>(Isi volume total air yang didistribusikan ($L^3/detik$))</i>	
Persentase Pelayanan <i>(Isi persentase pelayanan)</i>	
Jumlah Unit IPAM <i>(Isi jumlah unit IPAM yang dimiliki oleh PDAM tersebut)</i>	
Jumlah dan Tipe Sambungan <i>(Isi jumlah dan tipe sambungan (domestik, komersil, industri, kepentingan umum dan sebagainya))</i>	
Riwayat Isu Kualitas Air Baku	

<i>(Isi riwayat isu kualitas air baku)</i>	
Riwayat Isu Kualitas Air Minum <i>(Isi riwayat isu kualitas air minum)</i>	
Jumlah SPAM <i>(Isi jumlah SPAM)</i>	
Jumlah SPAM yang Mengaplikasikan RPAM <i>(Isi jumlah SPAM yang mengaplikasikan RPAM)</i>	
Jumlah Total Pegawai <i>Isi jumlah total pegawai</i>	
Jumlah Pegawai per Sambungan. <i>(Isi jumlah pegawai per sambungan.)</i>	

Informasi Sumber Air Baku pada tiap IPAM

1. IPAM..... *(isi nama IPAM)*

	Nama Sumber Air Baku <i>(Isi nama sumber air baku yang digunakan)</i>	Nama Sumber Air Baku <i>(Isi nama sumber air baku yang digunakan)</i>	Dst <i>(Bisa ditambahkan sesuai dengan jumlah sumber air baku yang digunakan pada IPAM tersebut)</i>
Lokasi Sumber Air Baku <i>(Isi lokasi sumber air baku)</i>			
Total Debit pada Sumber Air Baku (L/detik) <i>(Isi total debit masing-masing sumber air baku (liter/detik)</i>			
Total Debit yang Dimanfaatkan (L/detik) <i>(Isi total debit sumber air baku yang dimanfaatkan pada IPAM tersebut dari masing-masing sumber air baku (liter/detik))</i>			

Informasi Spesifik IPAM

	Nama IPAM <i>(isi nama IPAM yang dimiliki)</i>	Nama IPAM <i>(isi nama IPAM yang dimiliki)</i>	Dst <i>(bisa ditambahkan sesuai dengan jumlah IPAM yang dimiliki)</i>
Lokasi <i>(Isi alamat masing-masing IPAM)</i>			
Jumlah Sumber Air Baku <i>(Isi jumlah sumber air baku yang digunakan oleh masing-masing IPAM)</i>			
Wilayah pelayanan <i>(Isi nama spesifik wilayah yang dilayani oleh masing-masing IPAM)</i>			
Populasi total di daerah pelayanan <i>(Isi jumlah populasi penduduk pada wilayah pelayanan tersebut)</i>			
Populasi total yang dilayani di daerah pelayanan <i>(Isi jumlah populasi penduduk yang dilayani pada wilayah pelayanan tersebut)</i>			
Kebutuhan Air Penduduk Total di Wilayah Pelayanan <i>(liter/detik)</i> <i>(Isi kebutuhan air minum penduduk total di wilayah pelayanan (liter/detik))</i>			
Volume Air yang Didistribusikan di Wilayah			

Pelayanan (<i>liter/detik</i>) <i>(Isi volume air yang didistribusikan di wilayah pelayanan (liter/detik))</i>			
Durasi Pelayanan <i>(Isi durasi pelayanan untuk masing-masing IPAM)</i>			
Tekanan <i>(Isi nilai kisaran tekanan untuk masing-masing IPAM)</i>			
Wilayah yang Disuplai Sewaktu-Waktu <i>(Isi wilayah yang disuplai sewaktu-waktu)</i>			
Kehilangan Air <i>(Isi persentase kehilangan air untuk masing-masing IPAM)</i>			
Durasi Waktu Pemeriksaan Kualitas Air Produksi <i>(Isi durasi waktu pemeriksaan kualitas air produksi untuk seluruh parameter yang dipersyaratkan oleh Permenkes No. 492 Tahun 2010)</i>			
Nama Laboratorium <i>(Isi nama laboratorium yang menjadi tempat pemeriksaan)</i>			
Lokasi <i>(Isi alamat laboratorium)</i>			
Informasi akreditasi laboratorium			

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2021

Selanjutnya adalah mengidentifikasi proses dasar SPAM, dengan alur seperti pada **Gambar 2.1** di bawah ini.





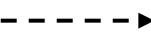



Gambar 2. 1 Proses Dasar SPAM

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2021

Terkait informasi rangkaian SPAM, dibuat lebih lengkap dan jelas melalui diagram alir dengan menggunakan beberapa simbol yang bertujuan untuk menyederhanakan dan menyeragamkan penyajian diagram alir. Simbol – simbol yang dapat digunakan dalam membuat digram alir dapat dilihat pada **Tabel 2.2.** kemudian dibuat deskripsi diagram alir untuk mempermudah pembacaan informasi diagram alir. Contoh format deskripsi diagram alir dapat dilihat pada **Tabel 2.3.** Hasil evaluasi performa kualitas air pada SPAM dapat ditulis seperti pada **Tabel 2.4.** Terakhir, dilakukan pendataan untuk data penggunaan dan pengguna air minum hasil produksi air minum IPAM seperti pada **Tabel 2.5.**

Tabel 2. 2 Simbol pada Diagram Alir

Simbol	Arti	Penggunaan
	Tahap operasi	Untuk menyatakan rangkaian unit pengolahan (seperti <i>intake</i> , <i>broncaptering</i> , IPAM, pompa)
	Tahap penyimpanan	Untuk menyatakan unit penyimpanan air (seperti reservoir)
	Tahap transportasi	Untuk menyatakan proses transmisi atau pengaliran air dari sumber menuju IPAM lalu ke distribusi dan konsumen
	Proses kontinu	Terus berjalan selama proses produksi berlangsung
	Proses sewaktu - waktu (<i>intermitten</i>)	Proses yang hanya berjalan pada waktu tertentu
	-	Untuk tiap komponen rantai pasok di mana Perusahaan/PDAM tidak memiliki kontrol langsung

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2021

Tabel 2. 3 Contoh Format Deskripsi Diagram Alir

Kode Lokasi	Simbol	Nama Lokasi	Deskripsi	Penanggung Jawab	Referensi
Isi kode tiap lokasi	Isi simbol yang digunakan	Isi nama lokasi beserta tahap prosesnya	Isi informasi pendukung	Isi nama penanggung jawab dan kontak (telepon & email) yang aktif	Isi referensi yang digunakan (laporan/ dokumen/ gambar)
...

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2021

Tabel 2. 4 Contoh Format Performa Kualitas Air

Kode Lokasi	Nama Lokasi	Kualitas Air yang Masuk	Kualitas Air yang Keluar	Standar /Target Kualitas Air yang Masuk	Standar/ Target Kualitas Air yang Keluar	Performa	Referensi
Isi kode tiap lokasi	Isi nama lokasi beserta tahap prosesnya	Isi nilai-nilai dari parameter pemantauan kualitas air yang masuk pada komponen/segmen sesuai kode lokasi	Isi nilai-nilai parameter pemantauan kualitas air yang keluar pada komponen/segmen sesuai kode lokasi	Isi acuan standar parameter dari air masuk yang digunakan	Isi acuan standar parameter dari air keluar yang digunakan	Isi dengan rumus*	Isi sumber dokumen yang dipakai untuk pengisian kualitas air masuk & keluar
...

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2021

Tabel 2. 5 Contoh Penggunaan dan Pengguna Air Minum

Pengguna	Penggunaan
<p>Masyarakat umum.</p> <p>Mereka yang mempunyai masalah kekebalan (<i>immune-compromised</i>) atau industri yang memerlukan kualitas air khusus tidak diperuntukkan sebagai pengguna. Kelompok ini dianjurkan untuk mengolah air ini lebih lanjut (menggunakan pengolahan tambahan).</p> <p>....dst</p>	<p>Konsumsi sehari-hari, seperti minum, memasak, mencuci peralatan minum & memasak, cuci tangan, mandi, keperluan higienis (buang air kecil dan besar), dan mencuci baju.</p>

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2021

BAB III

GAMBARAN UMUM WILAYAH

3.1 Profil Kota Bandung

Kota Bandung adalah Ibu Kota Provinsi Jawa Barat yang memiliki luas wilayah sebesar 167,31 km², terletak di antara 107°36' Bujur Timur, dan 6°55' Lintang Selatan; serta mempunyai ketinggian 700 meter di atas permukaan laut (mdpl). Kota Bandung terdiri dari 30 kecamatan dengan jumlah penduduk 2.452.943 jiwa, dan memiliki tingkat kepadatan penduduk 14.388 jiwa/km². Batas administratif Kota Bandung adalah sebagai berikut.

1. Sebelah utara berbatasan dengan Kabupaten Bandung dan Bandung Barat;
2. Sebelah barat berbatasan dengan Kota Cimahi;
3. Sebelah timur berbatasan dengan Kabupaten Bandung; dan
4. Sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Bandung.

Kota Bandung ditetapkan sebagai Pusat Kegiatan Nasional (PKN) dan Kawasan Strategis Nasional Perkotaan Cekungan Bandung (Metropolitan Cekungan Bandung). Metropolitan Cekungan Bandung merupakan kawasan metropolitan terbesar kedua di Indonesia (Pusat Pengembangan Kawasan Perkotaan, 2017).

3.2 Klimatologi Kota Bandung

Klimatologi merupakan ilmu yang menjelaskan tentang iklim, termasuk variasi dan penyimpangannya, serta pengaruh iklim terhadap manusia (WMO, 2018). Berdasarkan UU No 31 Tahun 2009 tentang Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, klimatologi merupakan gejala alam yang berkaitan dengan iklim dan kualitas udara, dimana salah satu hal yang diamati dalam klimatologi adalah hujan. Salah satu sumber utama air berdasarkan dinamika siklus hidrologi adalah hujan (Mulyono, 2014). Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Indonesia melakukan pengamatan curah hujan selama 24 jam.

Curah hujan dinyatakan dengan satuan mm/hari , dengan asumsi 1 mm air hujan yang turun di wilayah seluas satu 1 m^2 akan memiliki ketinggian 1 mm, dengan kondisi air hujan yang tidak meresap, mengalir atau menguap (BMKG, 2022). Menurut BMKG, curah hujan bulanan dibagi menjadi 4 kategori yang dapat dilihat pada **Tabel 3.1**.

Tabel 3. 1 Kategori Curah Hujan per Bulan

No	Curah Hujan (mm/bulan)	Kategori
1	0 – 100	Rendah
2	100 – 300	Menengah
3	300 – 500	Tinggi
4	500	Sangat Tinggi

Sumber : BMKG, 2023

Kategori Curah hujan Kota Bandung dalam kurun waktu 10 tahun berdasarkan kategori curah hujan pada **Tabel 3.1** dapat dilihat pada **Tabel 3.2**.

Tabel 3. 2 Kategori Curah Hujan Kota Bandung Tahun 2011 – 2012 dalam Bulan

Curah Hujan (mm)	Jumlah Bulan (Bulan)	Kategori	Jumlah Bulan untuk Setiap Kategori (Bulan)
0 mm	1	Rendah	41
< 1 mm	4		
1 mm-50 mm	17		
51 mm-100 mm	19		
101 mm - 150 mm	12	Menengah	61
151 mm - 200 mm	18		
201 mm - 250 mm	15		
251 mm - 300 mm	16		
301 mm - 350 mm	15	Tinggi	27
351 mm - 400 mm	4		
401 mm - 450 mm	5		
451 mm - 500 mm	3		
501 mm - 550 mm	1	Sangat tinggi	3
551 mm - 600 mm	1		
601 mm - 650 mm	1		
Jumlah Total Bulan (Bulan)			132

Sumber : BPS Kota Bandung, 2012 – 2016; Pemerintah Kota Bandung, 2022

Berdasarkan data curah hujan selama 10 tahun di Kota Bandung pada **Tabel 3.2**, dari total bulan sebanyak 132 bulan, intensitas hujan kategori rendah sebanyak 41 bulan; kategori menengah sebanyak 61 bulan; kategori hujan tinggi sebanyak 27 bulan; dan kategori sangat tinggi sebanyak 3 bulan.

Pemanfaatan curah hujan menjadi kurang optimal bisa terjadi karena curah hujan yang terlalu tinggi, dimana hal tersebut akan mengakibatkan tingginya kemungkinan air kembali ke laut dengan cepat (Direktorat Jenderal Pengendalian Perubahan Iklim, 2017). Berdasarkan **Tabel 3.2**, Kota Bandung didominasi oleh curah hujan kategori menengah (101 mm – 300 mm). Kategori tersebut dapat diartikan bahwa air dapat dimanfaatkan dengan baik oleh masyarakat karena air mengalir kembali ke laut tidak begitu cepat.

3.3 Perusahaan Daerah Air Minum (Perumda) Tirtawening Kota Bandung

Perumda Tirtawening Kota Bandung telah berdiri sejak zaman penjajahan Belanda dengan nama *Stadsgemente Water Leiding* Bandung. Setelah melewati beberapa kali penggantian nama dan bentuk perusahaan, di tahun 2020, berdasarkan Peraturan Daerah (Perda) nomor 6 Tahun 2020 tentang Perusahaan Umum Daerah Tirtawening Kota Bandung, status badan hukum Perusahaan Daerah Air Umum Tirtawening Kota Bandung, diubah menjadi Perumda Tirtawening Kota Bandung (Perumda Tirtawening Kota Bandung, 2022a). Struktur organisasi Perumda Tirtawening Kota Bandung dapat dilihat pada **Gambar 3.1**.

Perumda Tirtawening mengelola air minum dan air limbah di Kota Bandung. Untuk pengolahan air minum dilakukan di beberapa instalasi, seperti IPAM Badak Singa dan Dago Pakar; Instalasi *Mini Plant* Dago Pakar; serta *Mini Treatment* Cipanjalu dan Cibereum. Untuk memenuhi kebutuhan air minum Kota Bandung, Perumda Tirtawening Kota Bandung memanfaatkan berbagai sumber air baku, salah satunya merupakan air permukaan. Beberapa sumber air baku yang dimanfaatkan dapat dilihat pada **Tabel 3.3** (Perumda Tirtawening Kota Bandung, 2022a).

Tabel 3. 3 Sumber Air Permukaan yang Dimanfaatkan Perumda Tirtawening Kota Bandung

No	Sumber Air Permukaan	Debit yang Dimanfaatkan ($L/detik$)	IPAM
1	Sungai Cisangkuy	1.400	IPAM Badak Singa
2	Sungai Cikapundung	200	IPAM Badak Singa
		600	IPAM Dago Pakar
		40	Instalasi <i>Mini Plant</i> Dago Pakar
3	Sungai Cibeureum	40	<i>Mini Treatment</i> Cibeureum
4	Sungai Cipanjal	20	<i>Mini Treatment</i> Cipanjal

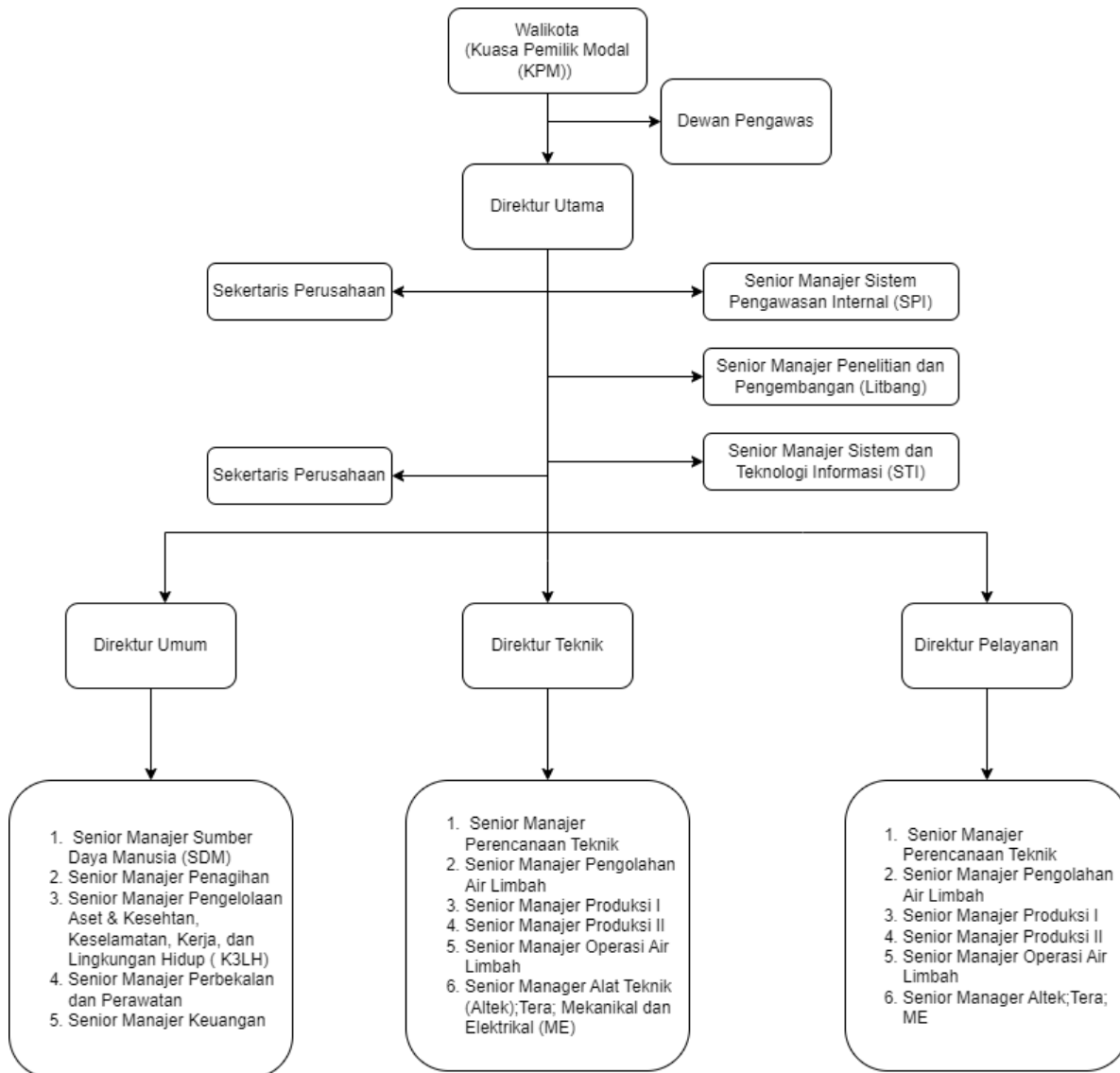
Sumber : Perumda Tirtawening, 2022a

3.3.1 SPAM Dago Pakar

SPAM Dago Pakar dinamakan demikian karena instalasi pengolahan air minum (IPAM) pada SPAM berada di daerah Dago Pakar, yang dibangun antara tahun 1989 - 1990. Sumber air baku yang digunakan berasal Sungai Cikapundung. Debit air sungai yang dimanfaatkan sekitar 500 - 600 $L/detik$ (Perumda Tirtawening Kota Bandung, 2022a). Peta wilayah pelayanan SPAM Dago Pakar dapat dilihat pada **Gambar 3.2**.

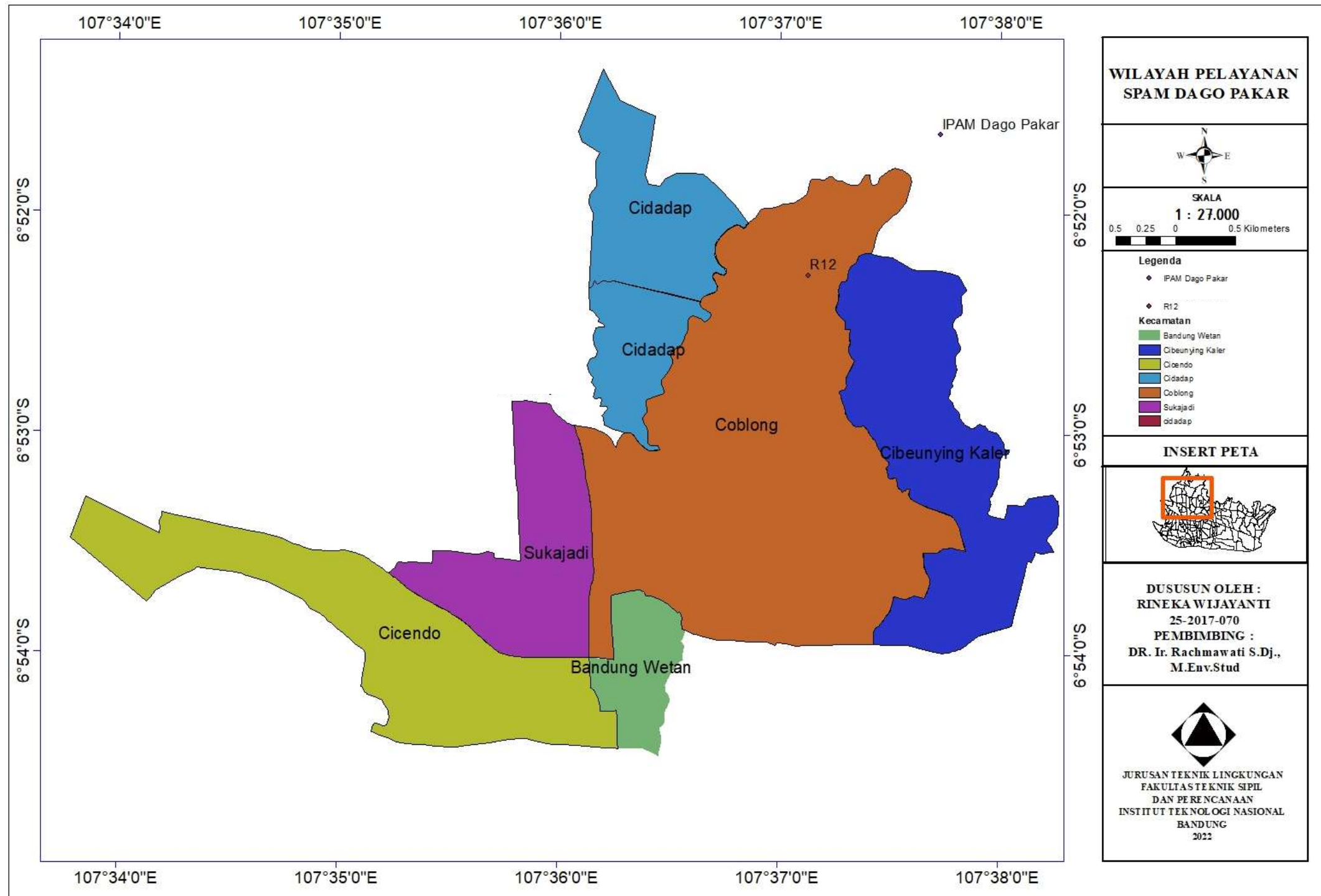
SPAM Dago Pakar termasuk pada wilayah pelayanan II. SPAM; dan melayani 6 Kecamatan di Kota Bandung, yaitu Kecamatan Cicendo, Cidadap, Cibeunying Kaler, Coblong, Sukajadi, dan Bandung Wetan. Tercatat sampai dengan bulan Juni 2022, jumlah pelanggan yang dilayani SPAM Dago Pakar adalah 32.743 sambungan; dengan jumlah sambungan rumah (SR) sebanyak 25.927 sambungan dan sambungan non SR sebanyak 6.816 sambungan (Perumda Tirtawening Kota Bandung, 2022b).

Unit pengolahan pada IPAM Dago Pakar, terdiri dari 2 unit *intake*; 1 unit prasedimentasi yang terdiri dari 2 bak; 4 unit rangkaian proses koagulasi – flokulasi - sedimentasi; 8 unit filtrasi; 1 unit pembubuhan klor; 1 unit reservoir sementara; dan reservoir utama (R-XII). Berdasarkan *display* alat pengukur debit (*flow meter*) yang berada di ruang *controlling* IPAM Dago Pakar, selisih antara debit air baku dengan air minum hasil pengolahan adalah sekitar 25 $L/detik$.



Gambar 3. 1 Struktur Organisasi Perumda Tirtawening Kota Bandung

Sumber : Perumda Tirtawening Kota Bandung, 2022a



Gambar 3. 2 Area Pelayanan SPAM Dago Pakar Kota Bandung
Sumber : Perumda Tirtawening Kota Bandung, 2022b; Hasil Digitasi, 2022

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Modul 2 (M2) : Gambaran Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM)

Modul 2 berfokus dalam membahas gambaran sistem penyediaan air minum tentang gambaran SPAM Dago Pakar. **Tabel 4.1** berisi informasi sumber air baku pada IPAM Dago Pakar. **Tabel 4.2** berisi tentang informasi spesifik IPAM Dago Pakar.

Tabel 4. 1 Informasi Sumber Air Baku

	Nama Sumber Air Baku
Sumber Air Baku	Sungai Cikapundung
Lokasi <i>Intake</i>	Taman Hutan Raya Ir. H. Juanda (<i>Intake</i> Bantar Awi)
Total Debit pada Sumber Air Baku (L/detik)	600 – 700 L/detik
Total Debit yang Dimanfaatkan (L/detik)	500 – 600 L/detik

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2021; Perumda Tirtawening Kota Bandung, 2022a

Tabel 4. 2 Informasi Spesifik IPAM Dago Pakar

	Keterangan
Wilayah Pelayanan	Kota Bandung
Populasi Penduduk Kota Bandung (jiwa)	2.452.900
Jumlah Total Pegawai (orang) Perumda Tirtawening	892
Wilayah Pelayanan SPAM Dago Pakar	<ul style="list-style-type: none"> • Kecamatan Bandung Wetan • Kecamatan Cicendo • Kecamatan Cibeunying Kaler • Kecamatan Cidadap • Kecamatan Coblong • Kecamatan Sukajadi
Populasi Total di Daerah Pelayanan	463.808 jiwa
Populasi Total yang Dilayani di Daerah Pelayanan	Populasi 32.743 sambungan. dengan asumsi 1 sambungan beranggotakan 5 orang, maka populasi total terlayani : 163.715 Jiwa

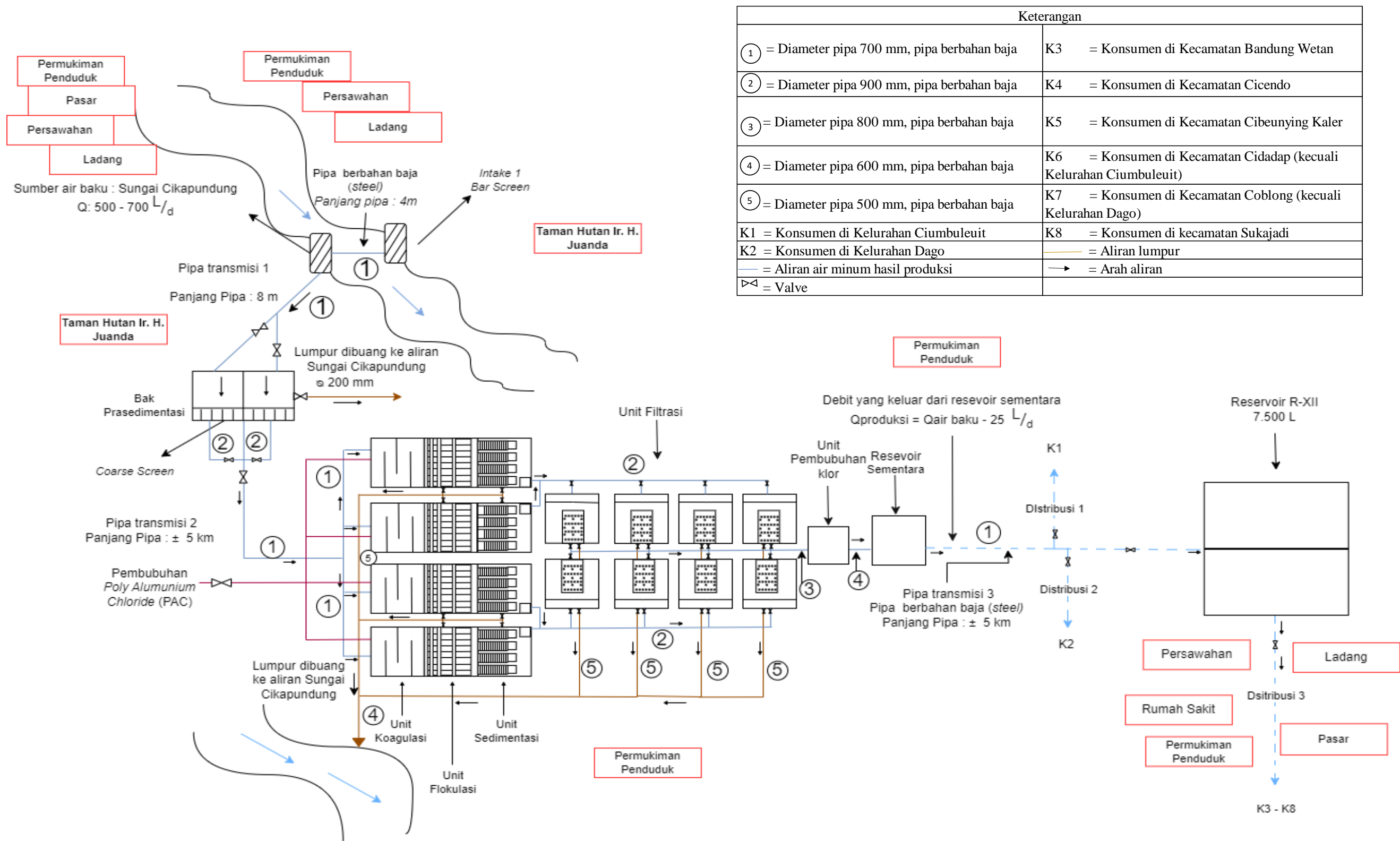
	Keterangan
Kebutuhan Air Penduduk Total di Wilayah Pelayanan ($L/detik$)	Kebutuhan air Kota Bandung adalah $170 L/orang.hari$ (Kota Metropolitan). Total kebutuhan air di wilayah pelayanan adalah : $163.715 \text{ orang} \times 170 L/orang.hari = 27.831.550 L/hari$ atau $322,124 L/detik$
Volume Air yang Didistribusikan di Wilayah Pelayanan ($L/detik$)	$499.571 m^3/bulan$ atau $192,74 L/detik$ (Juni 2022)
Persentase Pelayanan	27.95%
Tingkat Kehilangan Air	37.03%
Durasi Pelayanan	2 – 4 jam per daerah pelayanan
Tekanan	6 bar di reservoir, dengan rata – rata tekanan 1 – 3 bar di pipa distribusi
Wilayah yang Disuplai Sewaktu - Waktu	<ul style="list-style-type: none"> • Kecamatan Bandung Wetan • Kecamatan Cicendo • Kecamatan Cibeunying Kaler • Kecamatan Cidadap • Kecamatan Coblong • Kecamatan Sukajadi
Jumlah Unit IPAM	1
Jumlah dan Tipe Sambungan	<p>Total pelanggan 32.743 SL</p> <p>Tipe sambungan :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sosial umum : 234 sambungan • Sosial khusus :68 sambungan • Rumah tangga : 25.927 sambungan • Instansi pemerintah : 212 sambungan • Niaga besar dan menengah :3422 sambungan • Niaga kecil : 2757 sambungan • Industri besar dan menengah : 42 sambungan • Industri kecil : 13 sambungan
Riwayat Isu Kualitas Air Baku	<ul style="list-style-type: none"> • Air berbau menyengat akibat limbah kotoran sapi • Kekeruhan meningkat saat musim hujan • Debit air tinggi saat musim hujan • Volume sampah yang terbawa aliran sungai tinggi • Kualitas air kurang baik karena banyak polutan

	Keterangan
Riwayat Isu Kualitas Air Minum	<ul style="list-style-type: none"> • Air berwarna keruh • Air berbau • Debit air kecil atau tidak mengalir
Jumlah SPAM	1
Jumlah SPAM yang Mengaplikasikan RPAM	-
Jumlah Pegawai per sambungan	1 orang untuk 1.000 sambungan
Durasi Waktu Pemeriksaan Kualitas Air Baku dan Produksi	2 jam sekali pada <i>inlate</i> koagulasi, <i>outlet</i> sedimentasi, <i>outlet</i> filtrasi, dan reservoir sementara oleh petugas yang berjaga di IPAM; 1 bulan sekali di reservoir sementara dan 3 bulan sekali di <i>intake</i> oleh petugas Laboratorium Pengendalian Kualitas Lingkungan (LPKL)
Nama Laboratorium	Laboratorium Pengendalian Kualitas Lingkungan (LPKL)
Lokasi	Jl. Atlas Raya No. 6 Lantai 2 Antapani, Kota Bandung
Informasi akreditasi laboratorium	Badan Akreditasi Nasional (BAN) / Komite Akreditasi Nasional (KAN)

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2021; BPS Kota Bandung, 2022; Perumda Tirtawening Kota Bandung, 2022a; Perumda Tirtawening Kota Bandung, 2022b; Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air, 2011

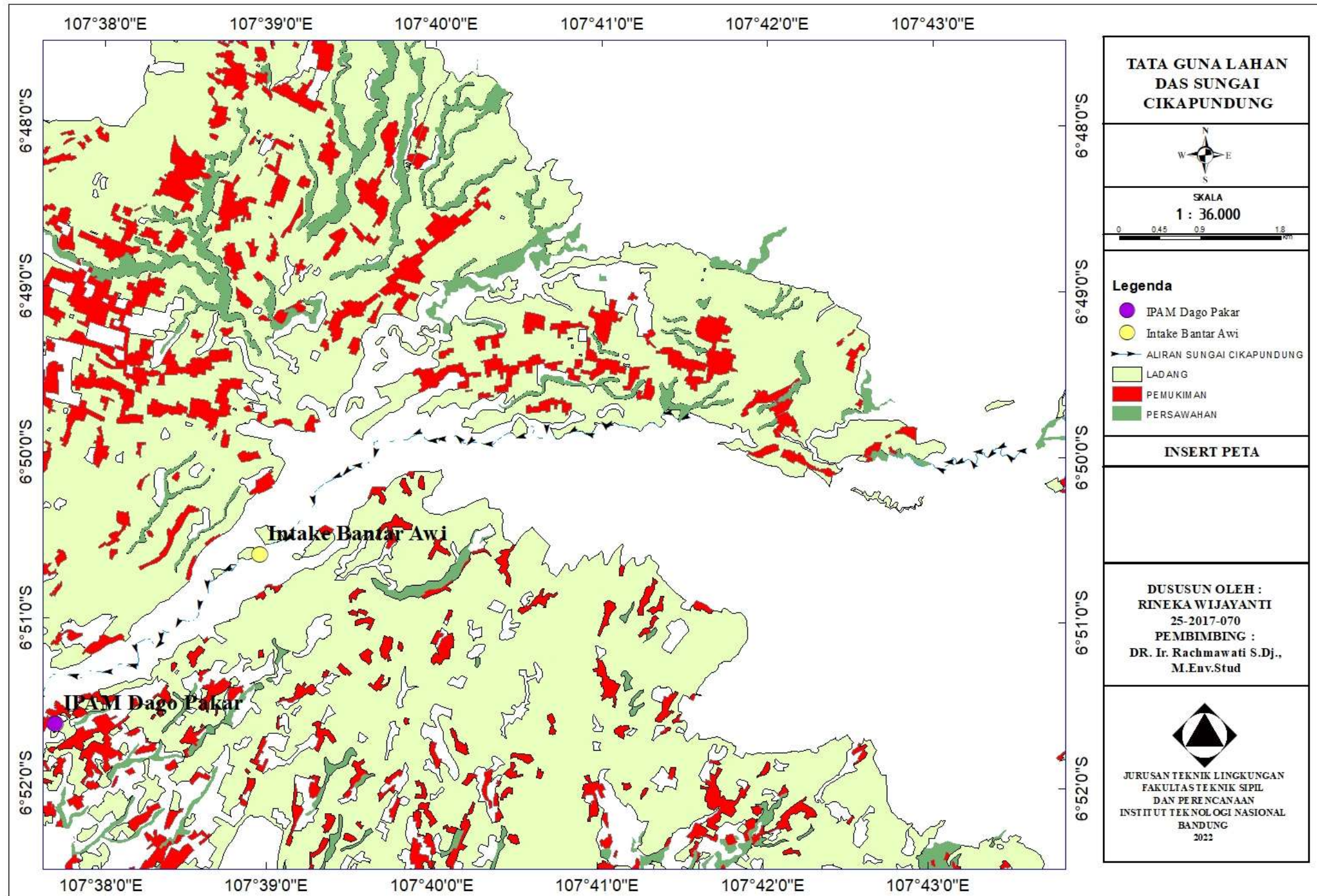
Air baku yang berasal dari Sungai Cikapundung diolah terlebih dahulu di IPAM Dago Pakar menjadi air minum sebelum didistribusikan kepada masyarakat di area pelayanan. Gambar skematik pengolahan Air minum SPAM Dago Pakar dapat dilihat pada **Gambar 4.1**.

Hulu Sungai Cikapundung berada di daerah Lembang, Kabupaten Bandung Barat, dan merupakan batas wilayah antara Kabupaten Bandung Bandung Barat. Terdapat ladang, persawahan dan pemukiman penduduk di sekitar aliran Sungai Cikapundung bagian hulu sebelum *intake* Bantar Awi yang dapat dilihat pada **Gambar 4.2**.



Keterangan	
① = Diameter pipa 700 mm, pipa berbahan baja	K3 = Konsumen di Kecamatan Bandung Wetan
② = Diameter pipa 900 mm, pipa berbahan baja	K4 = Konsumen di Kecamatan Cicendo
③ = Diameter pipa 800 mm, pipa berbahan baja	K5 = Konsumen di Kecamatan Cibeunying Kaler
④ = Diameter pipa 600 mm, pipa berbahan baja	K6 = Konsumen di Kecamatan Cidadap (kecuali Kelurahan Ciumbuleuit)
⑤ = Diameter pipa 500 mm, pipa berbahan baja	K7 = Konsumen di Kecamatan Coblong (kecuali Kelurahan Dago)
K1 = Konsumen di Kelurahan Ciumbuleuit	K8 = Konsumen di kecamatan Sukajadi
K2 = Konsumen di Kelurahan Dago	— = Aliran lumpur
— = Aliran air minum hasil produksi	→ = Arah aliran
∇ = Valve	

Gambar 4. 1 Skematik Proses Pengolahan Air pada IPAM Dago Pakar
 Sumber : Perumda Tirtawening, 2022b; Hasil Analisis, 2022



Gambar 4. 2 Peta Tata Guna Lahan DAS Sungai Cikapundung

Sumber : Hasil analisis, 2022

Indeks pencemaran Sungai Cikapundung di tahun 2015 pada bulan kering mencapai 23,58 dengan kategori cemar berat. Tahun 2016, indeks pencemaran pada tergolong cemar sedang pada bulan kering dan tergolong cemar ringan pada bulan basah. Tahun 2021, Koperasi Peternak Sapi Bandung Utara (KPBSU) yang beranggotakan 4.000 peternak aktif mencatat, dari populasi aktif sapi sejumlah 22.000 ekor di tahun 2021, hanya 20% limbah kotoran sapi yang terolah. Hal ini terjadi karena para peternak menilai mengolah limbah ternak seperti membuat biogas membutuhkan biaya yang tidak sedikit, dengan kebutuhan lahan yang besar. Dari pemaparan tersebut menunjukkan adanya kasus pencemaran di Sungai Cikapundung yang berasal dari berbagai aktivitas, khususnya dari aktivitas domestik, pertanian, peternakan, dan industri (Dachlan.,T. Bachtiar. 2012; Rachmi. 2014; KPSBU Lembang, 2023; Rahayu, dkk. 2018).

Sungai Cikawari dan Cigulung yang bermuara di Sungai Cikapundung juga menyumbang pencemaran. Sungai Cikawari dicemari oleh limbah tani di bagian hulu sungai, sedangkan Sungai Cigulung tercemar oleh sampah, dengan penyumbang terbesarnya berasal dari Pasar Lembang (Rachmi, 2014).

Air Sungai Cikapundung masuk ke area *intake* Bantar Awi yang berlokasi di Taman Hutan Raya Ir. H. Juanda. Terdapat 2 *intake*, dimana masing – masing *intake* memiliki *screen* yang akan memisahkan air dengan sampah berukuran besar, yang mungkin terbawa pada aliran sungai. *Intake* pertama memiliki *bar screen* manual, dimana sampah yang terkumpul di area *bar screen* akan dibersihkan secara manual oleh petugas PDAM. *Intake* kedua memiliki *screen* yang berupa *travel screen*, yaitu *screen* yang dalam pengambilan sampahnya menggunakan motor penggerak. Air yang masuk dari *intake* 1 kemudian disalurkan ke *intake* 2 dengan menggunakan pipa berbahan baja dengan panjang 4m berdiameter 700mm

Dalam 2 tahun terakhir, setidaknya motor penggerak *travel screen* telah diganti sebanyak 3 kali akibat kerusakan. Karena biaya penggantian yang tinggi, pada kerusakan ke-4, pihak PDAM memutuskan untuk tidak mengganti motor penggerak

dan beralih pada pengumpulan sampah secara manual. Gambar *bar screen* manual dan *travel screen* dapat dilihat pada **Gambar 4.3** dan **4.4**.



(a) Tampak atas

(b) Motor *travel screen*

Gambar 4.3 Bar screen Manual

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022

Gambar 4.4 Travel Screen

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022

Di musim hujan, pintu air menuju *intake* akan ditutup saat debit Sungai Cikapundung tinggi ($>600 \text{ L/detik}$) atau melebihi *water level*. Hal ini dilakukan karena saat debit aliran sungai tinggi, volume sampah yang terbawa aliran air sungai akan lebih besar, hal ini membuat petugas yang berjaga kewalahan dalam membersihkan sampah dari area *bar screen*.

Air baku yang telah masuk ke *intake*, dialirkan dengan pipa transmisi 1 berbahan baja (*steel*) berdiameter 700 mm dengan jarak 8 meter dari ke unit prasedimentasi. Area *intake* dan unit prasedimentasi berada di area yang sama. Unit prasedimentasi terdiri dari 2 bak bervolume $\pm 6 \text{ m}^3$ setiap baknya; berbahan beton; dan beroperasi selama 24 jam di bawah pengawasan petugas. Unit prasedimentasi memiliki waktu tendensi (td) 5 menit, dimana waktu tersebut kurang dari standar seharusnya, yaitu 30 – 180 menit (Schulz dan Okun, 1984). Pembuangan endapan lumpur dari unit prasedimentasi dilakukan paling sedikit 1 kali setiap hari, dengan lama pembukaan *valve outlet* lumpur ± 2 menit. Lumpur hasil endapan dibuang kembali ke aliran Sungai Cikapundung (unit prasedimentasi berada di sebelah aliran Sungai Cikapundung). Dalam 1 bulan, unit prasedimentasi dikuras sebanyak 3 kali. Setelah air diendapkan di unit prasedimentasi, air dialirkan menuju IPAM dengan melalui *coarse screen* terlebih

dahulu. Air dialirkan menggunakan 2 buah pipa (pipa transmisi 2) berbahan baja (*steel*) dengan diameter 900 mm yang berasal dari masing – masing unit; kemudian 2 pipa tersebut disatukan aliran airnya ke pipa berbahan baja (*steel*) berdiameter 700 mm menuju IPAM. Gambar unit prasedimentasi, *coarse screen*, *valve* dapat dilihat pada **Gambar 4. 5, 4.6, dan 4.7.**



Gambar 4. 5 Unit Prasedimentasi

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022



Gambar 4. 6 Coarse Screen

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022



Gambar 4. 7 Valve Unit Prasedimentasi

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022

Jarak antara bak prasedimentasi dan IPAM adalah 5 km. Terdapat 4 unit rangkaian unit koagulasi-flokulasi-sedimentasi yang aktif beroperasi secara bersamaan. Pada unit koagulasi, koagulan yang digunakan adalah *poly aluminium chloride* (PAC) dalam bentuk *liquid* digunakan pada kekeruhan normal (<500 NTU). Koagulan yang digunakan akan diganti wujud bubuk, jika kekeruhan tinggi (>500 NTU), dengan takaran 250 kg PAC untuk 2.500 L air. Pembubuhan PAC *liquid* dilakukan dengan menggunakan pipa PVC. Gambar pembubuhan PAC *liquid* dapat dilihat pada **Gambar 4.8.**

Pada unit koagulasi juga terjadi pengadukan cepat yang bertujuan untuk menyatukan flok - flok kecil yang tidak bisa mengendap secara alami menjadi flok yang lebih besar. Kemudian air masuk ke unit flokulasi dan dilakukan pengadukan lambat dengan tujuan agar flok yang terbentuk pada unit koagulasi tidak hancur dan menjadi lebih besar agar mudah mengendap. Flok yang terbentuk dan memiliki ukuran besar akan mengendap, sedangkan flok yang memiliki ukuran lebih kecil akan mengambang di permukaan unit flokulasi. Flok yang mengambang pada unit flokulasi

akan diambil secara berkala oleh petugas yang berjaga. Gambar unit flokulasi dapat dilihat pada **Gambar 4.9**.



Gambar 4. 8 Pembubuhan PAC *Liquid* di Unit koagulasi

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022



a) Tampak samping

(b) Tampak Atas

Gambar 4. 9 Unit Flokulasi

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022

Air kemudian dialirkan ke unit sedimentasi. Unit sedimentasi memiliki *tube settler* yang memiliki fungsi untuk membantu memaksimalkan proses sedimentasi. Pembuangan lumpur dari bak sedimentasi dilakukan setiap hari sebanyak 2 hingga 3 kali, tergantung banyak endapan pada unit sedimentasi. *Tube settler* pada unit sedimentasi dibersihkan secara manual. Gambar unit sedimentasi, proses pembuangan lumpur di unit sedimentasi, dan proses pembersihan *tube settler* dapat dilihat berturut – turut pada **Gambar 4.10,4.11, dan 4.12**.



(a)
Tube Settler



(b)
Bak Pengumpul Lumpur



(c)
Saluran Air Menuju Filtrasi

Gambar 4. 10 Unit Sedimentasi

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022



(a)

Outlet Pembuangan
Lumpur



(b)

Bak Pengumpul
Lumpur



**Gambar 4. 12 Proses Pembersihan Tube
Settler**

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022

**Gambar 4. 11 Proses Pembuangan Lumpur
Unit Sedimentasi**

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022

Air kemudian masuk ke unit filtrasi, yang terdiri dari 8 unit dan beroperasi secara bersamaan. Jenis filter yang digunakan adalah *rapid sand filter (RSF)*, dengan media pasir silika dan antrasit. Jika aliran pada salah satu unit filtrasi terlihat tidak mengalir dengan baik, maka dibersihkan dengan metode *backwash*. Metode tersebut dilakukan pada setiap unit (tidak dilakukan bersamaan) untuk menjaga debit produksi dari IPAM Dago Pakar. Karena kualitas media yang kurang baik, maka *backwash* dilakukan cukup sering, 2 – 3 kali sehari. Unit filtrasi dapat dilihat pada **Gambar 4.13**.



(a) Sisi kanan



(b) Sisi Kiri



(c) Tampak Depan

Gambar 4. 13 Unit Filtrasi

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022

Setelah melalui unit filtrasi, air akan diberi desifektan berupa klor berwujud gas pada unit pembubuhan klor. 1 tabung gas klor dengan bobot ± 1 ton biasanya habis dalam masa penggunaan 7 – 10 hari. Tabung dan instalasi gas klor dapat dilihat pada **Gambar 4.14.**



(a) Tabung Gas Klor

(b) *Flow Meter* Gas klor**Gambar 4. 14 Injeksi Gas Klor**

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022

Setelah air diinjeksi dengan gas klor, air akan ditampung di reservoir sementara terlebih dahulu sebelum dialirkan ke reservoir R-XII. Observasi kualitas air minum hasil produksi dilakukan di tempat ini. Selain itu, reservoir sementara juga berfungsi sebagai pengontrol tekanan untuk distribusi air minum ke wilayah pelayanan yang memiliki elevasi lebih tinggi dari R-XII, seperti Kelurahan Ciumbuleuit dan Dago.

Dari reservoir, setelah air minum didistribusikan ke Kelurahan Ciumbuleuit dan Dago, air minum ditransmisikan ke reservoir R-XII dengan pipa berbahan baja berdiameter 700 mm. Reservoir R- XII berada di daerah Dago Bengkulu, dibangun sekitar tahun 1989 – 1990. Reservoir R- XII memiliki kapasitas 7.500 L yang dibagi menjadi 2 bak. Setiap bak, dapat dikatakan penuh, setelah pengisian air minum selama 3 jam; atau indikator tekanan menunjukkan tekanan air sebesar 6 bar. Indikator tekanan, kondisi reservoir dalam keadaan penuh, dan akses menuju bak reservoir dapat dilihat secara berturut – turut pada **Gambar 4.15, 4.16, dan 4.17.**



Gambar 4. 15 Indikator Tekanan Air pada Reservoir R-XII

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022



Gambar 4. 16 Kondisi Penuh Salah Satu Bak Reservoir R-XII

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022









Gambar 4. 17 Akses Menuju Bak Reservoir

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022

Selain gambar skematik, diagram alir dibutuhkan untuk melihat proses pengolahan air minum pada SPAM Dago Pakar. Diagram alir membantu agar pemahaman proses penyediaan air minum menjadi lebih mudah. Simbol - Simbol yang bisa digunakan dalam pembuatan diagram alir dapat dilihat pada **Tabel 4. 3.**

Tabel 4. 3 Simbol Pada Diagram Alir

Simbol	Arti	Penggunaan
	Tahap operasi	Untuk menyatakan rangkaian unit pengolahan (seperti <i>intake</i> , <i>broncaptering</i> , IPAM, pompa)
	Tahap penyimpanan	Untuk menyatakan unit penyimpanan air (seperti reservoir)
	Tahap transportasi	Untuk menyatakan proses transmisi atau pengaliran air dari sumber menuju IPAM lalu ke distribusi dan konsumen
	Proses kontinu	Terus berjalan selama proses produksi berlangsung
	Proses sewaktu - waktu (<i>intermitten</i>)	Proses yang hanya berjalan pada waktu tertentu
	-	Untuk tiap komponen rantai pasok di mana Pprusahaan/ PDAM tidak memiliki kontrol langsung

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2021

Gambar diagram alir SPAM dan IPAM Dago Pakar dapat dilihat pada **Gambar 4.18**, dan **4.19**. Deskripsi diagram alir dapat dilihat pada **Tabel 4.4**. Untuk menganalisis performa kualitas air di rangkaian SPAM, kualitas air baku hingga air minum hasil produksi perlu dicatat dan dibandingkan dengan persyaratan yang berlaku. Rata – rata kualitas air baku dan air minum pada bulan Juni 2022 yang dibandingkan dengan persyaratan yang berlaku dapat dilihat pada **Tabel 4.5**.

Tabel 4. 5 Kualitas Air Baku dan Air Minum Rata – Rata pada Bulan Juni 2022

Parameter	Satuan	Baku Mutu			Kualitas Air Rata – Rata**		Performa
		Air Baku*	Air Minum (Berdasarkan Permenkes 492 Tahun 2010)	Air Minum (Berdasarkan Permenkes 2 Tahun 2023)	Air Baku	Air Minum	
pH		6-9	6,5-8,5	6,5-8,5	7,09	6,8	-
Kekeruhan	NTU	30,77	<3	5	208,70	1,65	99.21%
Temperatur	°C	Dev 3	Dev 3	±3	-	-	-
Sisa Klor di Reservoir Sementara	mg/L	-	1**	-	-	0,97	-

Parameter	Satuan	Baku Mutu			Kualitas Air Rata – Rata**		Performa
		Air Baku*	Air Minum (Berdasarkan Permenkes 492 Tahun 2010)	Air Minum (Berdasarkan Permenkes 2 Tahun 2023)	Air Baku	Air Minum	
Sisa Klor di Konsumen (terjauh)	mg/L	-	Minimal 0,2 mg/L di titik terjauh**	0,2-0,5 dengan waktu kontak 30 menit	-	0,1	-
<i>Fecal coliform</i>	-	100 jml/100ml	0 jml/100ml	0 CFU/100ml	350 jml/100ml	0 jml/100ml	100%

Keterangan :

* : Mengacu pada PP No. 22 Tahun 2021

*** : Data Sekunder, 2022 dan Hasil Analisis, 2022

** : Mengacu pada Permenkes no 736 Tahun 2010

“-“ : Tidak diukur/tidak dihitung/tidak diatur

Pada **Tabel 4.5**, untuk air minum digunakan 2 standar baku mutu, yaitu permenkes 492 Tahun 2010 dan No. 2 tahun 2023. Hal ini karena Permenkes No. 2 tahun 2023 merupakan peraturan baru yang diterbitkan pada tahun 2023, dimana dalam pelaksanaannya pada pasal 50 menyatakan bahwa “setiap produsen/ penyedia/ penyelenggara air minum dan pangan olahan siap saji harus menyesuaikan ketentuan dalam peraturan menteri ini paling lambat 2 (dua) tahun sejak peraturan menteri ini diundangkan”. Berdasarkan hal tersebut, jika penyedia air minum belum mampu mengikuti Permenkes No. 2 Tahun 2023, maka diperbolehkan masih menggunakan Permenkes No. 492 tahun 2010. Tetapi, penyedia air minum, khususnya SPAM Dago Pakar wajib menyegerakan mengikuti permenkes terbaru, baik dari segi pemenuhan parameter; maupun cara pengukuran (satuan dari hasil pengukuran).

Pada **Tabel 4.5** dapat dilihat bahwa parameter kekeruhan pada air baku (208,70 NTU) melebihi baku mutu (30,77 NTU). Untuk air minum hasil produksi, nilai kekeruhan (1,65 NTU) memenuhi baku mutu, baik menggunakan standar air minum pada Permenkes No.492 tahun 2010 (<3 NTU) maupun No.2 Tahun 2023 (5 NTU). Nilai performa penyisihan parameter kekeruhan adalah 99,21%. Perhitungan performa kualitas air untuk parameter kekeruhan adalah sebagai berikut.

$$Performa = \left(\frac{\text{Kualitas Air Masuk} - \text{Kualitas Air Keluar}}{\text{Kualitas Air Masuk}} \right) \times 100\%$$

$$Performa = \left(\frac{208,70 - 1,65}{208,70} \right) \text{NTU} \times 100\%$$

$$Performa = 99,21\%$$

Untuk parameter sisa klor tidak diukur pada sumber air baku, karena sisa klor terbentuk setelah adanya proses desinfeksi di IPAM. Sisa klor di reservoir sementara (0,97 mg/L) kurang dari baku mutu Permenkes no 736 Tahun 2010 (1 mg/L). Sisa klor di konsumen terjauh (0,1 mg/L) juga kurang dari baku mutu Permenkes No. 492 tahun 2010 (minimal 0,2 mg/L di titik terjauh) dan No. 2 tahun 2023 (0,2-0,5 mg/L dengan waktu kontak 30 menit).

Pada air baku, parameter *fecal coliform* (350 jml/100ml) melebihi baku mutu PP No. 22 Tahun 2021 (100 jml/100ml), yang menandakan adanya pencemaran yang berasal dari tinja manusia maupun hewan. Untuk air minum hasil produksi, parameter *fecal coliform* belum bisa dipastikan melebihi atau kurang dari baku mutu Permenkes 492 tahun 2010 (0 jml/100ml). Hal tersebut didasari dalam pengukuran, LPKL mendapat indeks $\text{MPN}/_{100 \text{ ml}}$ *fecal coliform* sebesar $<1,1 \text{ MPN}/_{100 \text{ ml}}$ (lampiran 1). LPKL menggunakan tabel MPN indeks dengan nilai kepercayaan 95% dari *american public health association (APHA) 23th Edition*. Pada tabel tersebut menjabarkan, jika indeks *fecal coliform* $<1,1 \text{ MPN}/_{100 \text{ ml}}$, maka koloni *fecal coliform* pada sampel air setidaknya berjumlah antara 0 – 3,5 jml/100ml (lampiran 2).

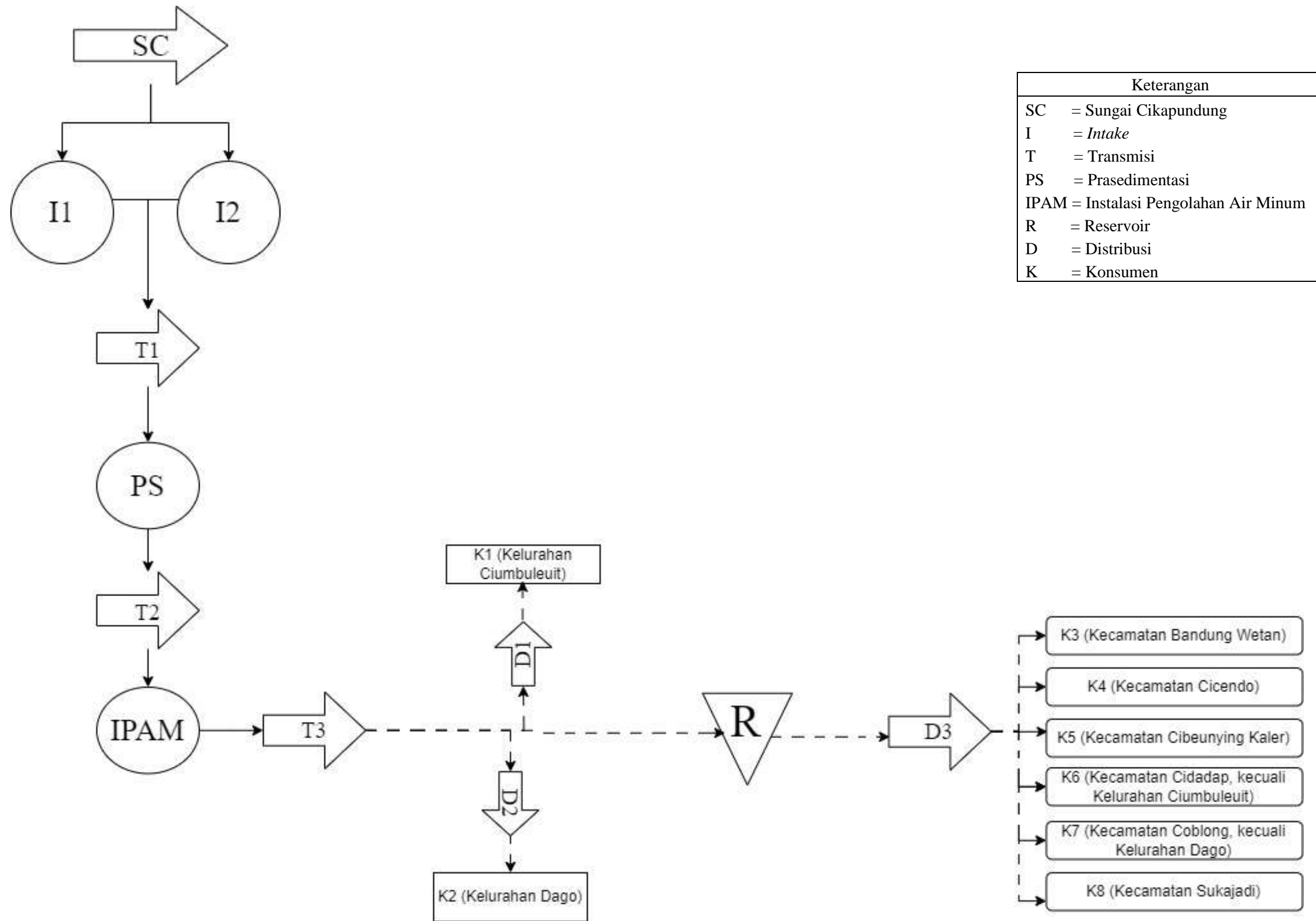
Sampai dengan laporan ini dibuat, parameter *fecal coliform* pada air minum hasil produksi belum bisa dibandingkan dengan Permenkes No 2 Tahun 2023, karena metode perhitungan yang berbeda. Permenkes No. 2 tahun 2023 menggunakan satuan $\text{CFU}/_{100 \text{ ml}}$, dimana metode pengukuran CFU merupakan metode kuantitatif; sedangkan metode yang dilakukan oleh LPKL adalah metode MPN, yang merupakan metode semi kuantitatif. Tetapi hal tersebut belum menjadi masalah, karena penyedia masih diberikan waktu 2 tahun dari perundang – undangan tersebut diundangkan. Tetapi, pihak Perumda Tirtawening Kota Bandung, khususnya LPKL, dihimbau untuk segera memenuhi kebutuhan segala sumber daya, agar pengukuran kualitas air minum dapat dibandingkan dengan Permenkes terbaru (No. 2 Tahun 2023).

Data pengguna dan penggunaan air di daerah SPAM Dago Pakar, dapat dilihat di **Tabel 4.6**.

Tabel 4. 6 Pengguna dan Penggunaan Air SPAM Dago Pakar

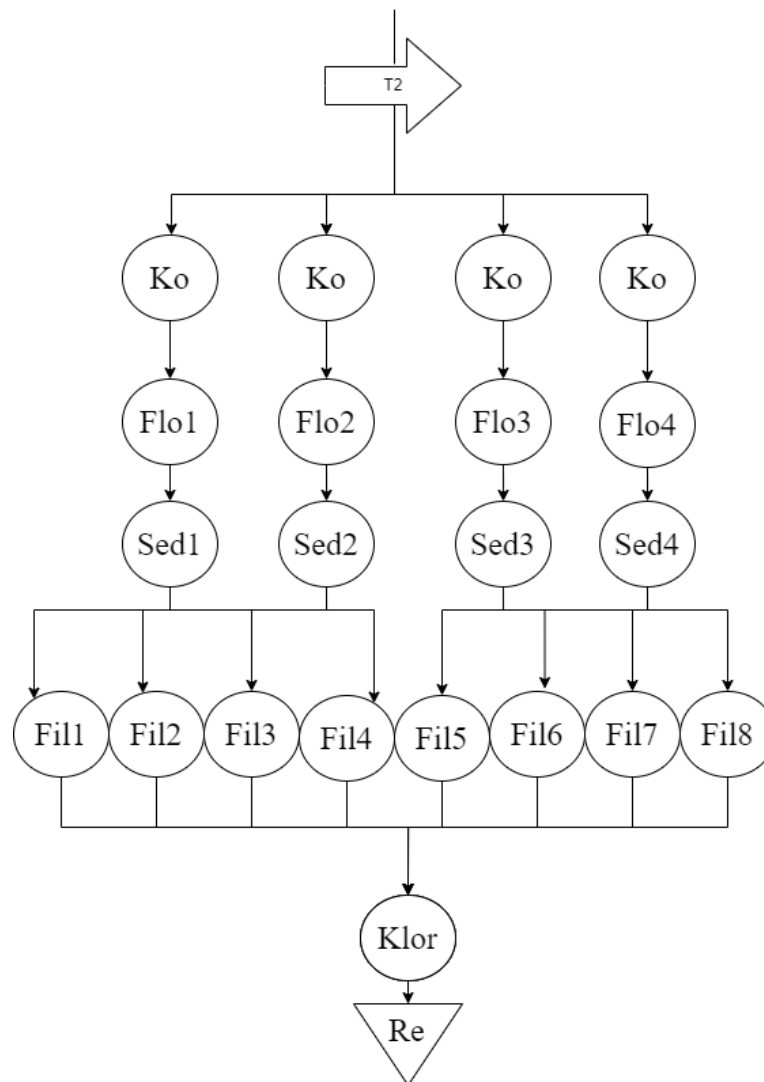
Pengguna	Penggunaan
Masyarakat umum <ul style="list-style-type: none"> • Rumah Tangga 	Air digunakan untuk kegiatan sehari - hari, mulai dari minum, masak, mencuci, kegiatan membersihkan, menyiram tanaman, dan mandi
Industri <ul style="list-style-type: none"> • Industri besar • Industri Menengah • Industri Kecil 	Air digunakan dalam rangkaian membuat atau mengolah suatu produk dan kebutuhan para karyawan selama di dalam industri tersebut
Niaga <ul style="list-style-type: none"> • Niaga Besar • Niaga Menengah • Niaga Kecil 	Air digunakan untuk kegiatan membersihkan tempat niaga dan kebutuhan para karyawan selama berada di tempat niaga.
Instansi Pemerintah <ul style="list-style-type: none"> • Kantor Camat • Kantor Lurah • Balai Pengobatan • Kantor Dinas 	Air digunakan untuk kegiatan sehari – hari instansi pemerintah
Sosial Umum <ul style="list-style-type: none"> • Masjid • Gereja 	Air digunakan untuk kebutuhan para pengunjung, seperti kamar mandi, dan kebutuhan kebersihan di tempat tersebut
Sosial Khusus <ul style="list-style-type: none"> • Rukun Warga (RW) • Yayasan • Gedung Serbaguna 	Air digunakan untuk kegiatan sehari – hari. Sebagai contoh, untuk memenuhi kebutuhan air untuk kegiatan petugas dan kebutuhan kebersihan di tempat tersebut

Sumber : Perumda Tirtawening, 2022b



Gambar 4. 18 Diagram Alir SPAM Dago Pakar

Sumber : Hasil Analisis, 2022








Gambar 4. 19 Diagram Alir IPAM Dago Pakar

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Keterangan
T2 = Pipa Transmisi 2
Ko = Koagulasi
Flo = Flokulasi
Sed = Sedimentasi
Fil = Filtrasi
Klor = Klorinasi
Re = Reservoir sementara

Tabel 4. 4 Format Deskripsi Diagram Alir

Kode Lokasi	Simbol	Nama Lokasi	Deskripsi	Penanggung Jawab	Referensi
S1		Sumber air baku : Sungai Cikapundung	<ul style="list-style-type: none"> • Kapasitas minimum : 500 L/detik • Kapasitas rata – rata : 550 - 600 L/detik • Kapasitas maksimum : 700 L/detik 	Bagian Produksi 2	Hasil wawancara, observasi, dan data sekunder tahun 2022
I1,I2		<i>Intake</i> : Bantar Awi	<ul style="list-style-type: none"> • Tahun konstruksi: 1989 – 1990 • Kapasitas : 600 L/detik • Tipe <i>intake</i> : <i>Intake</i> Sungai • Konstruksi dasar <i>intake</i> : <i>Stone Masonry</i> • Bahan bangunan : Beton 	Bagian Produksi 2	Hasil wawancara, observasi, dan data sekunder tahun 2022
T1		Transmisi 1 : <i>intake</i> - Prasedimentasi	<ul style="list-style-type: none"> • Tahun konstruksi : 1989 – 1990 • Tipe pipa : Baja (<i>steel</i>) • Diameter pipa : 700 mm • Panjang pipa : ± 5 km 	Bagian Produksi 2	Hasil wawancara, observasi, dan data sekunder tahun 2022
PS		Prasedimentasi : Bantar Awi	<ul style="list-style-type: none"> • Tahun konstruksi: 1989 – 1990 • Tipe pipa : Baja (<i>steel</i>) • Diameter pipa : 700 mm • Kapasitas masing – masing bak: ± 6m² • Bahan bangunan : Beton • Tipe pipa <i>outlet</i> : Baja (<i>steel</i>) • Diameter pipa <i>outlet</i> dari masing – masing bak : 900 mm 	Bagian Produksi 2	Hasil wawancara, observasi, dan data sekunder tahun 2022
T2		Transmisi : Bantar Awi – IPAM Dago Pakar	<ul style="list-style-type: none"> • Tahun konstruksi : 1989 – 1990 • Tipe pipa : Baja (<i>steel</i>) • Diameter pipa : 700 mm • Panjang pipa : ± 5 km 	Bagian Produksi 2	Hasil wawancara, observasi, dan data sekunder tahun 2022
IPAM		Koagulasi	<ul style="list-style-type: none"> • Tahun konstruksi : 1989 – 1990 	Bagian Produksi 2	Hasil wawancara, observasi, dan data

Kode Lokasi	Simbol	Nama Lokasi	Deskripsi	Penanggung Jawab	Referensi
			<ul style="list-style-type: none"> • Jenis pipa <i>inlet</i>: Baja (<i>steel</i>) • Diameter pipa <i>inlet</i>: 700 mm • Jumlah unit pada IPAM : 4 • Waktu beroperasi : 24 Jam • Koagulan yang digunakan : PAC • Wujud koagulan yang digunakan : bubuk dan <i>liquid</i> • Bahan konstruksi : Beton • Jenis pipa <i>outlet</i>: Baja (<i>steel</i>) • Diameter pipa <i>outlet</i>: 700 mm 		sekunder tahun 2022
IPAM	○	Flokulasi	<ul style="list-style-type: none"> • Tahun konstruksi : 1989 – 1990 • Jenis pipa <i>inlet</i>: Baja (<i>steel</i>) • Diameter pipa <i>inlet</i>: 700 mm • Jumlah unit pada IPAM : 4 • Waktu beroperasi : 24 Jam • Waktu pembuangan lumpur : 2 – 3x sehari • Bahan konstruksi : Beton 	Bagian Produksi 2	Hasil wawancara, observasi, dan data sekunder tahun 2022
IPAM	○	Sedimentasi	<ul style="list-style-type: none"> • Tahun konstruksi : 1989 – 1990 • Jumlah bak pada IPAM : 4 • Waktu beroperasi: 24 Jam • Waktu pembuangan lumpur: 2 – 3x sehari • Jenis pipa <i>outlet</i>: Baja (<i>steel</i>) • Diameter pipa <i>outlet</i> : 900 mm • Bahan konstruksi : Beton 	Bagian Produksi 2	Hasil wawancara, observasi, dan data sekunder tahun 2022
IPAM	○	Filtrasi	<ul style="list-style-type: none"> • Tahun konstruksi : 1989 – 1990 • Jumlah bak pada IPAM :8 • Jenis filter : <i>rapid sand filter (RSF)</i> • Bahan filter : Pasir antrasit dan silika 	Bagian Produksi 2	Hasil wawancara, observasi, dan data sekunder tahun 2022

Kode Lokasi	Simbol	Nama Lokasi	Deskripsi	Penanggung Jawab	Referensi
			<ul style="list-style-type: none"> • Waktu beroperasi: 24 Jam • Waktu <i>backwash</i> : 2 – 3x sehari • Diameter pipa <i>inlet</i> : 900 mm • Bahan pipa <i>inlet</i> : Baja (<i>steel</i>) • Diameter pipa <i>outlet</i>: 800 mm • Bahan pipa <i>outlet</i>: Baja (<i>steel</i>) • Bahan pipa <i>outlet backwash</i> : Baja (<i>steel</i>) • Diameter pipa <i>backwash</i> : 350 mm • Konstruksi bangunan : Beton 		
IPAM	○	Klorinasi	<ul style="list-style-type: none"> • Tahun konstruksi : 1989 – 1990 • Jumlah bak pada IPAM :1 • Waktu beroperasi: 24 Jam • Wujud klor yang digunakan : Gas • Total klor yang digunakan : ± 1 ton untuk 7 – 10 hari • Diameter pipa <i>inlet</i> : 800 mm • Bahan pipa <i>inlet</i> : Baja (<i>steel</i>) • Diameter pipa <i>outlet</i> : 600 mm • Bahan pipa <i>outlet</i>: Baja (<i>steel</i>) • Konstruksi bangunan : Beton 	Bagian Produksi 2	Hasil wawancara, observasi, dan data sekunder tahun 2022
IPAM	▽	Reservoir Sementara	<ul style="list-style-type: none"> • Jumlah bak pada IPAM :1 • Waktu beroperasi: 24 Jam • Diameter beroperasi <i>inlet</i> : 600 mm • Bahan pipa <i>inlet</i> : Baja (<i>steel</i>) • Diameter pipa <i>outlet</i> : 600 mm • Bahan pipa <i>outlet</i>: <i>steel</i> • Tahun konstruksi : 1989 – 1990 • Konstruksi bangunan : Beton 	Bagian produksi 2	Hasil wawancara, observasi, dan data sekunder tahun 2022

Kode Lokasi	Simbol	Nama Lokasi	Deskripsi	Penanggung Jawab	Referensi
T3	⇒	Transmisi : IPAM Dago Pakar - Reservoir R12	<ul style="list-style-type: none"> Tahun konstruksi : 1989 – 1990 Diameter pipa: 600 mm Panjang pipa: ± 5 KM Bahan pipa : Baja (<i>steel</i>) 	Petugas pelayanan wilayah 2	Hasil wawancara, observasi, dan data sekunder tahun 2022
D1	⇒	Distribusi : Kelurahan Dago	<ul style="list-style-type: none"> Tahun konstruksi: 1989 – sampai sekarang Waktu beroperasi : 24 Jam Waktu distribusi :3 – 4 Jam Tekanan distribusi: 2 – 4 Bar Jenis pipa: PVC, galvanis, <i>stainless</i>, baja (<i>steel</i>), besi, dan HDPE Diameter pipa: dari 600 mm, mengerucut hingga 50 mm 	Petugas pelayanan wilayah 2	Hasil wawancara, observasi, dan data sekunder tahun 2022
D2	⇒	Distribusi : Kelurahan Ciumbuleuit	<ul style="list-style-type: none"> Tahun konstruksi: 1989 – sampai sekarang Waktu beroperasi: 24 Jam Waktu distribusi : 3 – 4 Jam Tekanan distribusi: 2 – 4 Bar Jenis pipa: PVC, galvanis, <i>stainless</i>, baja (<i>steel</i>), besi, dan HDPE Diameter pipa : dari 600 mm, mengerucut hingga 50 mm 	Petugas pelayanan wilayah 2	Hasil wawancara, observasi, dan data sekunder tahun 2022
R	▽	Reservoir R-XII: Dago Bengkok	<ul style="list-style-type: none"> Tahun konstruksi: 1989 – sampai sekarang Diameter pipa <i>inlet</i> : 600 mm Bahan pipa <i>inlet</i> : <i>steel</i> Jumlah bak : 2 Waktu beroperasi : 24 Jam Waktu pengisian masing – masing bak : ± 3 jam Kapasitas total : 7.500 L 	Petugas reservoir	Hasil wawancara, observasi, dan data sekunder tahun 2022

Kode Lokasi	Simbol	Nama Lokasi	Deskripsi	Penanggung Jawab	Referensi
			<ul style="list-style-type: none"> • Tekanan air : 6 bar • Diameter pipa <i>outlet</i> : 600 mm • Bahan pipa <i>outlet</i>: <i>steel</i> 		
D3	⇒	Distribusi : Bandung Utara	<ul style="list-style-type: none"> • Tahun konstruksi: 1989 – sampai sekarang • Waktu beroperasi: 24 Jam • Waktu distribusi masing – masing wilayah : 3 – 4 Jam • Tekanan distribusi: 2 – 4 Bar • Jenis pipa: PVC, galvanis, <i>stainless</i>, baja (<i>steel</i>), besi, dan HDPE • Diameter pipa: dari 600 mm, mengerucut hingga 50 mm • Konsumen : K3 – K8 	Petugas pelayanan wilayah 2	Hasil wawancara, observasi, dan data sekunder tahun 2022
K	○	K : Konsumen	<p>Terdiri dari 6 kecamatan (K2 – K6) yaitu :</p> <ul style="list-style-type: none"> • K3 : Kecamatan Bandung Wetan • K4 : Kecamatan Cicendo • K5 : Kecamatan Cibeunying Kaler • K6 : Kecamatan Cidadap, kecuali Kelurahan Ciumbuleuit • K7 : Kecamatan Coblong, kecuali Kelurahan Dago • K8 : Kecamatan Sukajadi 	Petugas pelayanan wilayah 2	Hasil wawancara, observasi, dan data sekunder tahun 2022

Sumber : Perumda Tirtawening Kota Bandung, 2022b; Hasil Analisis, 2023

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Sungai Cikapundung adalah sumber air baku SPAM Dago Pakar. *Intake* terletak di hulu sungai. Pengukuran parameter kualitas air minum dilakukan di *intake* 3 bulan sekali oleh petugas LPKL. kekeruhan pada air baku (208,70 NTU) melebihi baku mutu (40 NTU). Parameter *fecal coliform* ($350 \text{ jml}/100\text{ml}$) di air baku melebihi baku mutu PP No. 22 Tahun 2021 ($100 \text{ jml}/100\text{ml}$), Pencemaran pada sungai utamanya terjadi akibat aktivitas pertanian, permukiman, persawahan, pasar dan peternakan.
2. SPAM Dago Pakar dibangun pada tahun 1989-1990. SPAM dimulai dari *intake* yang berada di Bantar Awi. *Intake* berjumlah 2 buah, dan masing – masing memiliki *screen*. *Intake 1* memiliki *screen* berjenis *bar screen*, sedangkan *intake 2* memiliki *screen* berjenis *travel screen*. *Travel screen* diketahui dalam kondisi rusak, sehingga sampah yang berada di depan *travel screen* diangkat secara manual. Setelah masuk ke *intake*, air dialirkan ke unit sedimentasi dengan pipa transmisi 1 berbahan baja dengan diameter 700 mm.
3. Unit prasedimentasi terdiri dari 2 bak, dengan masing – masing bak memiliki volume $\pm 6 \text{ m}^3$. Unit ini beroperasi selama 24 jam, dengan (td) 5 menit. Pada outlet prasedimentasi, terdapat *coarse screen*. Pipa outlet dari masing – masing unit prasedimentasi berdiameter 900 mm, Setelah itu aliran dari 2 bak disatukan ke pipa berbahan baja berdiameter 700 mm, dan dialirkan menuju IPAM Dago Pakar yang berjarak $\pm 5 \text{ km}$ dengan pipa transmisi 2.
4. Air dari unit prasedimentasi masuk ke IPAM, dan diolah terlebih dahulu di rangkaian koagulasi-flokulasi-sedimentasi yang berjumlah 4 rangkaian.

Koagulan yang digunakan pada unit koagulasi adalah PAC, dengan wujud bubuk atau *liquid*. PAC wujud *liquid* digunakan untuk kekeruhan < 500 NTU, sedangkan wujud bubuk digunakan untuk kekeruhan > 500 NTU.

5. Setelah diolah pada rangkaian koagulasi-flokulasi-sedimentasi, air dialirkan ke unit filtrasi, yang terdiri dari 8 bak. Jenis filter yang digunakan adalah *RSF*, dengan media pasir silika dan antrasit. Karena kualitas media yang kurang baik, maka *backwash* dilakukan setidaknya 2 – 3 kali sehari. Proses *backwash* tidak dilakukan secara bersamaan untuk semua bak.
6. Setelah filtrasi, air di desinfeksi dengan klorin di unit pencampur atau pembubuhan klor. Klor yang digunakan adalah klor dalam wujud gas. 1 tabung gas klor berbobot ± 1 ton akan digunakan untuk 7 – 10 hari.
7. Setelah didesinfeksi, air disimpan di reservoir sementara. Pada reservoir sementara, kualitas air minum hasil produksi diukur setiap 2 jam sekali oleh petugas IPAM Dago Pakar yang bertugas, dan 1 bulan sekali oleh LPKL. Kekeruhan air minum (1,65 NTU) memenuhi Permenkes 492 tahun 2010 (<3 NTU) dan No. 2 Tahun 2023 (5 NTU); dengan performa penyisihan parameter kekeruhan sebesar 99,21%. Parameter Sisa klor ($0,97 \text{ mg/L}$) tidak memenuhi Permenkes 736 Tahun 2010 (1 mg/L). Hasil pengukuran parameter *fecal coliform*, menunjukkan indeks < $1,1 \text{ MPN}/_{100\text{ml}}$. Berdasarkan Tabel MPN indeks dengan nilai kepercayaan 95% dari *american public health association (APHA) 23th Edition* yang digunakan oleh LPKL, rentang jumlah koloni *fecal coliform* pada sampel air adalah 0 – $3,5 \text{ jml}/_{100\text{ml}}$. karena jumlah koloni yang ada memiliki jumlah yang tidak pasti, maka parameter *fecal coliform* belum bisa dipastikan apakah melebihi atau kurang dari baku mutu Permenkes 492 tahun 2010.
8. Parameter *fecal coliform* belum bisa dibandingkan dengan Permenkes No. 2 tahun 2023, karena metode pengukuran yang berbeda. Pihak Perumda Tirtawening, khususnya LPKL, diberi waktu selama 2 tahun sejak peraturan Permenkes No. 2 tahun 2023 diundangkan, untuk memenuhi standar baku mutu tersebut.

9. Waktu operasi IPAM adalah 24 jam.
10. Reservoir sementara juga digunakan sebagai pengatur tekanan untuk distribusi Kelurahan Dago dan Ciumbuleuit, dimana 2 kelurahan tersebut didistribusi langsung dari IPAM Dago Pakar (tidak melewati reservoir R-XII terlebih dahulu). Waktu distribusi masing – masing kelurahan adalah 2 – 4 jam, menggunakan pipa berdiameter 50 mm – 600 mm berbahan baja. Setelah mendistribusikan air minum ke Kelurahan Dago dan Ciumbuleuit, air minum di transmisikan, menggunakan pipa transmisi 3 ke R-XII dengan menggunakan pipa berdiameter 600 mm berbahan baja. Tekanan pada pipa distribusi adalah 2 – 4 bar.
11. Reservoir R-XII mendistribusikan air minum ke Kecamatan Cicendo, Cidadak (kecuali Kelurahan Ciumbuleuit), Cibeunying Kaler, Coblong (kecuali kelurahan Dago), Sukajadi, dan Bandung Wetan. Durasi distribusi air minum untuk masing – masing kecamatan 2 – 4 jam. Air didistribusikan setelah tekanan pada reservoir R-XII menunjukkan 6 bar di alat ukur. Tekanan pada pipa distribusi 2 – 4 bar. Pipa yang digunakan pada distribusi air minum ke konsumen memiliki diameter 50 mm sampai 600 mm, dengan bahan PVC, galvanis, *stainless*, baja (*steel*). Waktu operasi reservoir R-XII adalah 24 jam.
12. Sisa klor di konsumen terjauh ($0,1 \text{ mg/L}$) tidak memenuhi standar Permenkes No. 492 tahun 2010 (minimal $0,2 \text{ mg/L}$ di titik terjauh) dan No. 2 tahun 2023 ($0,2-0,5 \text{ mg/L}$ dengan waktu kontak 30 menit). Hal ini cukup berbahaya, karena sisa klor diperuntukkan untuk menjaga kualitas air minum selama distribusi.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan kepada pihak Perumda Tirtawening adalah :

1. Mendesain ulang unit prasedimentasi, agar (td) memenuhi standar.
2. Mempercepat pemenuhan kebutuhan, baik fasilitas maupun sumber daya untuk memenuhi standar air minum Permenkes No. 2 tahun 2023. Percepatan diharapkan telah dilakukan pada pengukuran parameter selanjutnya.
3. Mengganti media pada filter agar proses filtrasi dapat berjalan lebih baik.

4. Menghitung kembali penggunaan klor pada proses desinfeksi, agar air minum terlindungi selama distribusi, dari IPAM maupun reservoir R-XII, sampai ke keran konsumen.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Layla, dkk. (1980), *Water Supply Engineering Design, Second Edition*. Michigan : Ann Arbor Science Inc
- American Public Health Association (APHA). (2017). *Standar Method for the Examination off Water and Wastewater.23th Edition*. Washington DC: American Public Health Association
- Anggraeni , Putri., Evy, R.Ekasari. (2020). *Deteksi Escherichia Coli dan Angka Paling Mungkin Pada Air Sumur Dekat Jamban Di Daerah Wonoayu Sdoarjo*. Siduarjo: Universitas Maarif Hasyim Latif Sidoarjo
- Badan Meteorologi dan Geofisika (BMKG).(2022). *Probabilistic Curah Hujan 20 mm (Tiap 24 Jam)* : <https://www.bmkg.go.id/cuaca/probabilistik-curah-hujan.bmkg> [Diakses 21 September 2022]
- Badan Meteorologi dan Geofisika (BMKG).(2023). *Buletin Informasi Iklim* : https://cdn.bmkg.go.id/web/BULETIN_HUJAN_BULANAN_BMKG_Edisi_JUNI_2023.pdf
- Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas). (2019). *Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2020 – 2024*. Jakarta : Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Bandung. (2012). *Kota Bandung Dalam Angka 2011*: <https://bandungkota.bps.go.id/publication/2016/02/01/fec567ef289826514c9a3417/kota-bandung-dalam-angka-2015.html> [Diakses 29 Juli 2022]
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Bandung. (2013). *Kota Bandung Dalam Angka 2012*: <https://bandungkota.bps.go.id/publication/2016/02/01/fec567ef289826514c9a3417/kota-bandung-dalam-angka-2015.html> [Diakses 29 Juli 2022]
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Bandung. (2014). *Kota Bandung Dalam Angka 2013*: <https://bandungkota.bps.go.id/publication/2016/02/01/fec567ef289826514c9a3417/kota-bandung-dalam-angka-2015.html> [Diakses 29 Juli 2022]

- Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Bandung. (2014). *Kota Bandung Dalam Angka 2014*: <https://bandungkota.bps.go.id/publication/2016/02/01/fec567ef289826514c9a3417/kota-bandung-dalam-angka-2015.html> [Diakses 29 Juli 2022]
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Bandung. (2016). *Kota Bandung Dalam Angka 2015*: <https://bandungkota.bps.go.id/publication/2016/02/01/fec567ef289826514c9a3417/kota-bandung-dalam-angka-2015.html> [Diakses 29 Juli 2022]
- Badan Pusat Statistik(BPS) Kota Bandung. (2022). *Kota Bandung Dalam Angka 2021* : <https://bandungkab.bps.go.id/publication/2022/02/25/c1819ceaf48606e7eb82d980/kabupaten-bandung-dalam-angka-2022.html> [Diakses 1 November 2022]
- Badan Standarisasai Nasional. (2011). *SNI 7509:2011 Tata cara perencanaan teknik jaringan distribusi dan unit pelayanan sistem penyediaan air minum*. Jakarta : Badan Standarisasai Nasional
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). (2012). *SNI 7829:2012 Standar bangunan pengambilan air baku untuk instalasi pengolahan air minum*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional (BSN).
- Boekoesoe L (2010). *Tingkat Kualitas Bakteriologis Air Bersih di Desa Sosial Kecamatan Paguyaman Kabupaten Boalemo*. Gorontalo : Universitas Negeri Gorontalo
- Dachlan., T. Bachtiar. (2012). *Cita – Citarum Laporan Foto Edisi Oktober 2012 : Sejuta Asa Untuk Cikapundung* : <http://citarum.org/citarum-knowledge/publikasi/laporan-foto-cita-citarum/102-laporan-foto-proses-awal-sebuah-upaya/file.html> [Diakses tanggal 1 Juli 2023]
- Direktorat Jenderal Pengendalian Perubahan Iklim. (2017). *Dampak dan Fenomena Perubahan Iklim*. Jakarta : Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan : <http://ditjenppi.menlhk.go.id/kcpi/index.php/info-iklim/dampak-fenomena-perubahan-iklim#> [Dikases 19 september 2022]
- Fajri, M. N., dkk. (2017). *Efektifitas Rapid Sand Filter Untuk Meningkatkan Kualitas Air Daerah gambut Provinsi Riau*. Pekanbaru : universitas Riau

- Hammer, Mark J., Mark J. Hammer, Jr. (2008). *Water and Waste Water Technology (6th Edition)*. New Jersey: Perason Prantice Hall.
- Hutomo, Sandy Wahyu Setyo. (2015). *Keefektifan Dosis Poly Alumunium Chloride (PAC) dalam Menurunkan Kadar Phosphate pada Air Limbah Laundry di Gatak Gede, Boyolali. Naskah Ilmiah*. Surakarta : Universitas Mhamadiyah Surakarta
- Joko, T. (2010). *Unit Produksi Dalam Sistem Penyediaan Air minum*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Juliarba, M., Rachmawati S.dj., Dyah A.H. (2017). *Tindakan Pengendalian Untuk Mengamankan Resiko Pada Spam Pdam Kota Denpasar Dengan RPAM Operator*. Jurnal Online Institut Teknologi Nasional, Reka Lingkungan : No.2. Vol. 5
- Kawamura. (2010). *Integrated Design of Water Treatment Facilities*. New York: John Willey and Sons, Inc.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2010). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 736 tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengawasan Air Minum*. Jakarta : Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2023). *Peraturan Menteri Kesehatan No. 2 tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan*. Jakarta : Kementerian Kesehatan Republik Indonesia
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2021). *Pedoman Pelaksanaan Rencana Pengamanan Air Minum Untuk Sistem Jaringan Perpipaan, draft, 2021*. Jakarta : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2022).. *Buku saku petunjuk konstruksi air minum*. Jakarta : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
- Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia. (2007) *Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta : Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia

- Khotimah, L. (2016). *Analisis cemaran bakteri coliform dan identifikasi escherichia coli pada es batu kristal dan es balok di Kelurahan Cibubur Jakarta Timur Tahun 2016*. Jakarta : UIN Jakarta
- KPBSU Lembang. (2023). *Tentang koperasi* : <https://kpsbu.co.id/tentang-koperasi/> [diakses 31 desember 2022]
- Lopez, P.R, dkk. (2008). *Flow Models for Rectangular Sedimentation Tanks. Chemicals Engineering and Processing : Process Intensification Volume 47, Issues 9-10 pages 1705-1716*:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0255270107003054>
[diakses 31 desember 2022]
- Masduqi, Ali,Abdu, F. Assomadi. (2012). *Operasi & Proses Pengolahan Air Edisi Kedua*. Surabaya : ITS Press.
- Mulyono, Dedi. (2014). *Analisis Karakteristik Curah Hujan di Wilayah Kabupaten Garut Selatan. Jurnal Konstruksi*. Garut : Sekolah tinggi teknologi Garut
- Pemerintah Kota Bandung. (2022). *Data Curah Hujan Kota Bandung* :
<http://data.bandung.go.id/index.php/portal/dataset?keywords=curah+hujan>
[Diakses Tanggal 29 Juli 2022]
- Pemerintah Republik Indonesia. (2009). *Undang - Undang No 31 Tahun 2009 tentang Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika*. Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia
- Pemerintah Republik Inonesia. (2015). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 122 Tahun 2015 tentang Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta : Pemerintah Republik Inonesia
- Peraturan Pemerintah Indonesia (2021). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Jakarta : Pemerintah Republik Indonesia.
- Perusahaan Daerah Air Minum (Perumda) Tirtawening Kota Bandung. (2022a). *Air Minum*: <https://perumatirtawening.co.id/cindex/layanan/AIR-MINUM> [Diakses Tanggal 29 Juli 2022]

- Perusahaan Daerah Air Minum (Perumda) Tirtawening Kota Bandung. (2022b). *Dokumen Pelayanan Perumda Tirtawening Kota Bandung Wilayah I*. Bandung : Perusahaan Daerah Air Minum (Perumda) Tirtawening Kota Bandung
- Presiden Republik Indonesi. (2017). *Peraturan Presiden Nomor 59 Tahun 2017 tentang Pelaksanaan Pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan*. Jakarta : Pemerintah Republik Indonesia.
- Pusat Penelitian Dan Pengembangan Sumber Daya Air. (2011). *Pengelolaan Alokasi Air di Wilayah Sungai*. Surakarta : Pusat Penelitian Dan Pengembangan Sumber Daya Air
- Pusat Pengembangan Kawasan Perkotaan. (2017). *Profil Kota Bandung* : <http://perkotaan.bpiw.pu.go.id/v2/kota-besar/16> [Diakses tanggal 29 Juli 2022]
- Rachmat, Basuki., dan Eva Laelasari. (2020). *Penelitian Asesmen Cepat Kualitas Air Minum di Indonesia Tahun 2020*. Jakarta : Kementerian Kesehatan Republik Indonesia
- Rachmi, iffah. (2014.) *Memetakan Titik-Titik Sampah Cikapundung* <http://citarum.bappenas.go.id/info-citarum/berita-artikel/1348-memetakan-titik-titik-sampah-cikapundung.html> [Diakses tanggal 1 Januari 2023]
- Rahayu, Yushi, dkk. (2018). *Kajian Perhitungan Beban Pencemaran Air Sungai Di Daerah Aliran Sungai (DAS) Cikapundung dari Sektor Domestik*. Bandung : Institut Teknologi Nasional.
- Schulz, C.R dan Okun, D.A. (1984). *Surface Water Treatment for Communities in Developing Countries. Water and Sanitation for Health (WASH), Project of the United States Agency for International Development*.
- Susanto (2008). *Optimasi Koagulasi-Flokulasi dan Analisis Kualitas Air pada Industri Semen*. Jakarta: Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah
- Toto, diwawancarai oleh Rineka Wijayanti. (2022). *Pembangunan Intake dan IPAM Dago Pakar*. Bandung.

- Wibawa, Helmmmy, diwawancarai oleh Rineka WIjayanti. (2022). Daerah Pelayanan I Perumda Tirtawening Kota Bandung. Bandung.
- Widyastuti, Sri., Antik, Sepdian Sari. (2011). *Kinerja Pengolahan Air Bersih Dengan Proses Filtrasi Dalam Mereduksi Kesadahan*. Surabaya: Universitas PGRI Adi Buana Surabaya
- World Health Organization (WHO). (2022b). *Guidliness for drinking-water Quality : Fourth edition incorporating the first and second addenda*. Geneva : WHO
- World Health Organization (WHO). (2023). *Water Safety Plan Manual Step-by-Step Risk Management for Drinking-Water Suppliers Second Edition*. Geneva : WHO
- World Health Organization. (2022a). *Drinking Water Fact Sheet: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>* [Diakses tanggal 10 Maret 2022].
- World Meteorological Organization (WMO). (2018). *WMO: Guide to Climatological Practices, WMO-No. 100. 2018*. Genewa : Chair, Publication Board

LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Pengukuran Kualitas Air Minum IPAM Dago Pakar

HASIL PENGUJIAN KUALITAS AIR

1. **NOMOR SERTIFIKAT** : 10044.21.00044
2. **KODE CONTOH UJI** : T, AM-PIL
3. **CONTOH UJI DARI** : Bagian Produksi II Perumda Tirtawening Kota Bandung
: Jl. Badak Singa No. 10 Bandung
4. **JENIS CONTOH UJI** : Air Minum
5. **LOKASI PENGAMBILAN CONTOH UJI** : Treatment Dago Pakar
: Jl. Ir. H. Juanda Bandung
6. **TITIK PENGAMBILAN CONTOH UJI** : Outlet Reservoir (S 06° 51' 40,0" & E 107° 37' 43,2")
7. **METODE PENGAMBILAN CONTOH UJI** : -
8. **BAKU MUTU** : Peraturan Menteri Kesehatan No.492/Men-Kes/Per/IV/2010
: Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum
9. **TANGGAL PENERIMAAN** : 20 Juni 2022
10. **TANGGAL PENGUJIAN** : 20 Juni-07 Juli 2022

NO	PARAMETER Parameter	SATUAN Unit	BAKU MUTU Specification	HASIL PENGUJIAN Testing Result	METODA ACUAN Method of Reference
<i>MIKROBIOLOGI</i>					
1	E. Coli	jml/100 mL	0	< 1,1	APHA 9221-F&C-2017**
2	Coliform	jml/100 mL	0	< 1,1	APHA 9221-B&C-2017**
<i>KIMIA</i>					
1	Arsen [As]*	mg/L	0,01	< 0,00235	SNI 6989.81:2018
2	Total Kromium [Cr-T]	mg/L	0,05	< 0,00668	SNI 6989.82:2018
3	Kadmium [Cd]*	mg/L	0,003	< 0,00072	SNI 6989.82:2018
4	Nitrit [NO ₂ -N]	mg/L	3	< 0,0038	SNI 06-6989.9-2004
5	Nitrat [NO ₃ -N]	mg/L	50	0,30	SNI 6989.79:2011
6	Sianida [CN ⁻]	mg/L	0,07	< 0,0030	SNI 6989.77:2011
7	Selenium [Se]*	mg/L	0,01	< 0,00616	SNI 6989.83:2018
8	Aluminium [Al]*	mg/L	0,2	< 0,00443	SNI 6989.82:2018
9	Besi [Fe]*	mg/L	0,3	0,09	SNI 6989.82:2018
10	Kesadahan Total (CaCO ₃)	mg/L	500	73,44	SNI 06-6989.12-2004
11	Klorida [Cl ⁻]	mg/L	250	14,54	SNI 6989.19:2009
12	Mangan [Mn]*	mg/L	0,4	0,025	SNI 6989.82:2018
13	pH	-	6,5 - 8,5	7,05	SNI 6989.11-2019
14	Seng [Zn]*	mg/L	3	0,02	SNI 6989.82:2018
15	Sulfat [SO ₄ ²⁻]	mg/L	250	14,87	SNI 6989.20:2019
16	Tembaga [Cu]*	mg/L	2	0,02	SNI 6989.82:2018
17	Amonia [NH ₃]	mg/L	1,5	< 0,0102	SNI 06-6989.30-2005
18	Sisa Chlor ***	mg/L	0,2 - 1,0	0,93	Colorimetri
19	BOD ₅	mg/L	-	< 2,00	SNI 6989.72:2009
20	COD	mg/L	-	< 6,4736	SNI 6989.2:2019
<i>FISIKA</i>					
1	Bau	-	Tidak Berbau	Tidak Berbau	Organoleptik
2	Warna	TCU	15	5	SNI 06-6989.24-2005
3	Padatan Terlarut Total (TDS)	mg/L	500	183,4	SNI 6989.27:2019
4	Kekeruhan	NTU	5	0,63	SNI 06-6989.25-2005
5	Rasa	-	Tidak Berasa	Tidak Berasa	Organoleptik
6	Suhu	°C	Suhu udara ± 3	22,9	SNI 06-6989.23-2005

Keterangan :

- a. **Air Minum** adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum
- b. Logam Berat Merupakan Logam Terlarut (*)
- c. American Public Health Association, Standard Methode Edisi ke 23 tahun 2017 (**)
- d. Baku Mutu Parameter Sisa Chlor menggunakan Lampiran Permenkes No.736/Men-Kes/Per/VI/2010 Tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air Minum (***)
- e. Hasil Pengujian mikrobiologi menunjukkan nilai < 1,1 sesuai tabel pada metode acuan yang berarti tidak ditemukannya aktivitas mikroorganisme pada pengujian
- f. Suhu Udara Ambien Pada Saat Pengambilan Contoh Uji: **30,2** °C

Kepala Unit

Nani Suryani, S.T.

Lampiran 2 Tabel MPN indeks dengan tingkat kepercayaan 95% APHA, 2017

TABLE 9221:II. MPN INDEX AND 95% CONFIDENCE LIMITS FOR ALL COMBINATIONS OF POSITIVE AND NEGATIVE RESULTS WHEN FIVE 20-mL PORTIONS ARE USED

No. of Tubes Giving Positive Reaction Out of 5 (20 mL Each)	MPN Index/ 100 mL	95% Confidence Limits (Exact)	
		Lower	Upper
0	<1.1	–	3.5
1	1.1	0.051	5.4
2	2.6	0.40	8.4
3	4.6	1.0	13
4	8.0	2.1	23
5	>8.0	3.4	–

TABLE 9221:III. MPN INDEX AND 95% CONFIDENCE LIMITS FOR ALL COMBINATIONS OF POSITIVE AND NEGATIVE RESULTS WHEN TEN 10-mL PORTIONS ARE USED

No. of Tubes Giving Positive Reaction Out of 10 (10 mL Each)	MPN Index/ 100 mL	95% Confidence Limits (Exact)	
		Lower	Upper
0	<1.1	–	3.4
1	1.1	0.051	5.9
2	2.2	0.37	8.2
3	3.6	0.91	9.7
4	5.1	1.6	13
5	6.9	2.5	15
6	9.2	3.3	19
7	12	4.8	24
8	16	5.8	34
9	23	8.1	53
10	>23	13	–