

**SKRIPSI**

**ANALISIS DAMPAK LINGKUNGAN PADA INSTALASI PENGOLAHAN  
AIR BERSIH DENGAN METODE *LIFE CYCLE ASSASSMENT* (STUDI  
KASUS PDAM TIRTA KAHURIPAN – UNIT CIBUNGBULANG)**

**Oleh :**

**MUHAMAD RIFQI ASYARI**

**NPM : 2019330031**



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SAHID**

**JAKARTA**

**2023**

## **KATA PENGANTAR**

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa, karena kasih dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian ini yang berjudul “**ANALISIS DAMPAK LINGKUNGAN PADA INSTALASI PENGOLAHAN AIR BERSIH DENGAN METODE *LIFE CYCLE ASSESSMENT* ( STUDI KASUS PDAM TIRTA KAHURIPAN – UNIT CIBUNGBULANG )**”

Proposal penelitian ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Lingkungan di Universitas Sahid Jakarta. Dalam penyusunan proposal penelitian ini, penulis mengalami kesulitan dan penulis menyadari dalam penulisan proposal penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan proposal penelitian ini. Penulis sangat berharap semoga proposal penelitian ini bermanfaat bagi kita semua. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih.

Jakarta, Juni 2023

## **SURAT PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi, dalam bentuk salinan cetakan atau dokumen elektronik yang berjudul :

**ANALISIS DAMPAK LINGKUNGAN PADA INSTALASI PENGOLAHAN AIR BERSIH DENGAN METODE *LIFE CYCLE ASSESSMENT* (STUDI KASUS PDAM TIRTA KAHURIPAN – UNIT CIBUNGBULANG)**

Merupakan hasil karya sendiri dan belum pernah diserahkan untuk pencapaian prestasi akademik apapun melalui perguruan tinggi manapun. Semua sumber data dan informasi yang di pergunakan dalam penyusunan skripsi/tugas akhir, telah dinyatakan secara jelas dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka dibagian akhir skripsi (tugas akhir) ini.

Jakarta, Juni 2023

Materai

Muhamad Rifqi Asyari  
2019330031

**LEMBAR PENGESAHAN**

LAPORAN SKRIPSI BERJUDUL :

**ANALISIS DAMPAK LINGKUNGAN PADA INSTALASI PENGOLAHAN  
AIR BERSIH DENGAN METODE *LIFE CYCLE ASSESSMENT* ( STUDI  
KASUS PDAM TIRTA KAHURIPAN – UNIT CIBUNGBULANG )**

Pembimbing II

Pembimbing I

Ira Mulyawati, S.Si, MT  
NIDN : 0325068703

Lidia Handayani, ST, M.Si  
NIDN : 0327098704

Mengetahui,

Ketua Program Studi  
Teknik Lingkungan

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Sahid Jakarta

Laila Febrina, ST., M.Si  
NIDN : 0321027404

Dr. Ekaterina Setyawati, ST., MT  
NIDN : 0331087301

**ANALISIS DAMPAK LINGKUNGAN PADA INSTALASI PENGOLAHAN  
AIR BERSIH DENGAN METODE *LIFE CYCLE ASSESSMENT*  
( STUDI KASUS PDAM TIRTA KAHURIPAN – UNIT CIBUNGBULANG )**

Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Universitas Sahid Jakarta

Oleh :

**MUHAMAD RIFQI ASYARI  
NPM : 2019330031**



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SAHID  
JAKARTA  
2023**

## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat dan kesehatan, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “**ANALISIS DAMPAK LINGKUNGAN PADA INSTALASI PENGOLAHAN AIR BERSIH DENGAN METODE *LIFE CYCLE ASSESSMENT* ( STUDI KASUS PDAM TIRTA KAHURIPAN – UNIT CIBUNGBULANG )**”.

Skripsi ini bertujuan untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan Program Sarjana (S1) pada Program Studi Teknik Lingkungan Program Sarjana Fakultas Teknik Universitas Sahid Jakarta. Dalam proses penulisan sampai dengan terselesaikannya skripsi ini, tentunya banyak sekali pihak yang berkontribusi didalamnya. Maka dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak diantaranya :

1. Ibu Dr. Ekaterina Setyawati, ST., MT sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Sahid Jakarta
2. Ibu Laila Febrina, ST., M. Si sebagai Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Sahid Jakarta
3. Ibu Ira Mulyawati, S.Si, MT dan Ibu Lidia Handayani, ST, M.Si sebagai Dosen Pembimbing Skripsi yang telah meluangkan waktu untuk membimbing penulis menyelesaikan skripsi.
4. Ibu Ira Mulyawati, S. Si, MT sebagai Dosen Pembimbing Akademik.
5. Bapak Endang Mukti Hidayat, S.E sebagai Asisten Manager IPAM Unit Cibungbulang.
6. Ayah, umi dan keluarga yang telah mendoakan dan mendukung penulis untuk menyelesaikan Pendidikan program sarjana.
7. Teman teman seperjuangan mahasiswa Teknik Lingkungan 2019 yang telah kebersamai penulis dalam suka dan duka.

Dan akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati, penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa yang akan datang.

Jakarta, Juni 2023

Muhamad Rifqi Asyari  
NPM : 2019330031

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>i</b>
<b>SURAT PERNYATAAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>PRAKATA.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>11</b>
1.1    Latar Belakang .....	11
1.2    Rumusan Masalah .....	13
1.3    Tujuan.....	13
1.4    Batasan Masalah.....	14
1.5    Sistematika Penulisan.....	14
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>16</b>
2.1    Air Bersih .....	16
2.2    Instalasi Pengolahan Air Bersih .....	18
2.2.1 <i>Bak penangkap air ( Intake )</i> .....	18
2.2.2 <i>Prasedimentasi</i> .....	18
2.2.3 <i>Koagulasi</i> .....	19
2.2.4 <i>Flokulasi</i> .....	20
2.2.5 <i>Sedimentasi</i> .....	20
2.2.6 <i>Filtrasi</i> .....	20
2.2.7 <i>Desinfeksi</i> .....	20
2.2.8 <i>Reservoir</i> .....	21
2.3 <i>Life cycle assasment</i> .....	21
2.3.1 <i>Definisi</i> .....	21

2.3.2	<i>Tahap Life cycle assasment</i> .....	22
2.4	<i>Life cycle impact assasment</i> .....	25
2.4.1	<i>Global Warming Potential</i> .....	26
2.4.2	<i>Human Toxicity</i> .....	27
2.4.3	<i>Eutrhopication</i> .....	27
2.4.4	<i>Acidification</i> .....	28
2.5	Penilaian Dampak pada PDAM .....	29
2.6	Pemilihan Software .....	30
2.7	Penelitian terdahulu .....	32
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN</b> .....		<b>35</b>
3.1	Jenis Penelitian .....	35
3.2	Waktu & Lokasi Penelitian .....	35
3.3	Populasi dan Sampel .....	36
3.4	Variabel Penelitian .....	36
3.5	Data Penelitian .....	38
3.6	Tahapan Penelitian .....	42
3.7	Analisis Data .....	45
3.7.1	<i>Kondisi Eksisting</i> .....	45
3.7.2	<i>Penilaian Dampak</i> .....	45
3.7.3	<i>Pengendalian Dampak</i> .....	49
3.8	Survei Awal Penelitian .....	50
3.9	Data Penelitian .....	52
<b>BAB 4 GAMBARAN UMUM PENELITIAN</b> .....		<b>54</b>
4.1	Profil Perusahaan.....	54
4.2	Kondisi Eksisting .....	55
<b>BAB 5 PEMBAHASAN</b> .....		<b>58</b>
5.1	Kondisi Eksisting .....	58
5.1.1	<i>Sumur Intake</i> .....	62
5.1.2	<i>Koagulasi &amp; Flokulasi</i> .....	63
5.1.3	<i>Sedimentasi</i> .....	65
5.1.4	<i>Filtrasi</i> .....	66
5.1.5	<i>Desinfeksi</i> .....	68



5.1.6	<i>Reservoir</i> .....	69
5.2	<i>Analisis Life Cycle Assasment</i> .....	70
5.2.1	<i>Goal and Scope</i> .....	70
5.2.2	<i>Life Cycle Inventory (LCI)</i> .....	71
5.2.3	<i>Life Cycle Impact Assasment (LCIA)</i> .....	76
5.2.4	<i>Interpretasi Data</i> .....	83
5.3	<i>Analisis Perbaikan</i> .....	90
<b>BAB 6 PENUTUP .....</b>		<b>95</b>
6.1	<i>Kesimpulan</i> .....	95
6.2	<i>Saran</i> .....	96
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>97</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>102</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> <i>Software LCA</i> .....	30
<b>Tabel 2.2</b> Penelitian Terdahulu.....	32
<b>Tabel 3.1</b> Kerangka Kerja Rencana Penelitian .....	35
<b>Tabel 3.2</b> Variabel Penelitian .....	38
<b>Tabel 3.3</b> Pertanyaan kondisi eksisting .....	45
<b>Tabel 3.4</b> Pertanyaan Pengendalian Dampak .....	50
<b>Tabel 5.1</b> Data Laporan Bulan Januari IPAM Unit Cibungbulang .....	58
<b>Tabel 5.2</b> Data Produksi IPAM Unit Cibungbulang .....	59
<b>Tabel 5.3</b> Data Penggunaan Bahan Kimia IPAM Unit Cibungbulang.....	59
<b>Tabel 5.4</b> Data Perhitungan Penggunaan Energi Listrik .....	60
<b>Tabel 5.5</b> <i>Life Cycle Inventory Water Intake</i> .....	72
<b>Tabel 5.6</b> <i>Life Cycle Inventory Flokulasi dan Koagulasi</i> .....	73
<b>Tabel 5.7</b> <i>Life Cycle Inventory Sedimentasi</i> .....	74
<b>Tabel 5.8</b> <i>Life Cycle Inventory Filtrasi</i> .....	74
<b>Tabel 5.9</b> <i>Life Cycle Inventory Desinfeksi</i> .....	75
<b>Tabel 5.10</b> <i>Life Cycle Inventory Reservoir</i> .....	75
<b>Tabel 5.11</b> Nilai <i>Marine Aquatic Ecotoxicity</i> .....	79
<b>Tabel 5.12</b> Nilai <i>Abiotic Depletion</i> (kg Sb eq).....	80
<b>Tabel 5.13</b> Nilai <i>Acidification</i> (kg SO <sub>2</sub> eq).....	81
<b>Tabel 5.14</b> Nilai <i>Global Warming Potential</i> (kg CO <sub>2</sub> eq) .....	82
<b>Tabel 5.15</b> Nilai <i>Freshwater Aquatic Ecotoxicity</i> (kg 1,4 DB eq) .....	83

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Diagram Alir Pengolahan Air Bersih .....	18
<b>Gambar 3.1</b> Lokasi Penelitian .....	36
<b>Gambar 3.2</b> <i>input</i> dan <i>input proses</i> .....	37
<b>Gambar 3.3</b> Rencana Penelitian.....	42
<b>Gambar 3.4</b> Tahapan LCA.....	44
<b>Gambar 3.5</b> Penentuan Tujuan .....	46
<b>Gambar 3.6</b> Pemilihan <i>database</i> pada <i>libraries</i> .....	46
<b>Gambar 3.7</b> Membuat Proses baru .....	47
<b>Gambar 3.8</b> Memilih <i>input</i> dan output pada proses.....	47
<b>Gambar 3.9</b> Pemilihan Metode Penilaian Dampak .....	48
<b>Gambar 3.10</b> Perhitungan dampak .....	48
<b>Gambar 3.11</b> Interpretasi kategori dampak .....	49
<b>Gambar 3.12</b> Diagram alir proses IPAM dan Batasan Penelitian .....	51
<b>Gambar 4.1</b> Diagram Alir Pengolahan Air Bersih IPAM Unit Cibungbulang....	55
<b>Gambar 4.2</b> Denah Lokasi IPAM Tirta Kahuripan Unit Cibungbulang.....	56
<b>Gambar 4.3</b> Struktur Pekerja IPAM Unit Cibungbulang .....	57
<b>Gambar 5.1</b> Diagram Alir Pengolahan Air IPAM unit Cibungbulang.....	61
<b>Gambar 5.2</b> Bak Penangkap Air Sungai Lama.....	62
<b>Gambar 5.3</b> (a) Sumur <i>Intake</i> 1 dan (b) Sumur <i>Intake</i> 2 .....	63
<b>Gambar 5.4</b> Unit Koagulasi dan Flokulasi. ....	64
<b>Gambar 5.5</b> Unit Sedimentasi .....	66
<b>Gambar 5.6</b> Unit Filtrasi.....	67
<b>Gambar 5.7</b> Unit Desinfeksi .....	68
<b>Gambar 5.8</b> Reservoir.....	69
<b>Gambar 5.9</b> Penentuan <i>Goal and Scope</i> .....	70
<b>Gambar 5.10</b> Penggunaan Database .....	71
<b>Gambar 5.11</b> Diagram Alir <i>Water Intake</i> .....	72
<b>Gambar 5.12</b> Diagram Alir Flokulasi .....	73
<b>Gambar 5.13</b> Diagram Alir Unit Sedimentasi .....	73
<b>Gambar 5.14</b> Diagram Alir Filtrasi.....	74
<b>Gambar 5.15</b> Diagram Alir Desinfeksi.....	75
<b>Gambar 5.16</b> Diagram Alir Reservoir .....	75
<b>Gambar 5.17</b> Grafik Hasil <i>Life Cycle Impact Assasment</i> .....	78
<b>Gambar 5.18</b> Grafik Nilai <i>Life Cycle Impact Assasment</i> .....	84
<b>Gambar 5.19</b> Nilai <i>Marine Aquatic Ecotoxicity</i> .....	84
<b>Gambar 5.20</b> Nilai <i>Abiotic Depletion</i> .....	86
<b>Gambar 5.21</b> Nilai <i>Acidification</i> .....	87
<b>Gambar 5.22</b> Nilai <i>Global Warming Potential (GWP)</i> .....	88
<b>Gambar 5.23</b> Nilai <i>Freshwater Aquatic Ecotoxicity</i> .....	89

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Instalasi pengolahan air minum merupakan suatu rangkaian yang berfungsi untuk mengolah air baku menjadi air yang dapat konsumsi melalui proses fisika dan/atau kimia. Instalasi tersebut terdiri dari beberapa unit yang memiliki fungsinya masing-masing. Pemilihan unit pengolahan pada instalasi pengolahan air minum berdasarkan karakteristik dan kualitas air baku yang akan diolah, sehingga hasil olahan air baku tersebut dapat memenuhi baku mutu air. Kualitas air baku seperti warna, kekeruhan, pH, kandungan logam, kandungan zat-zat kimia serta yang lainnya akan mempengaruhi efisiensi unit pengolahan air bersih (Triyanto, 2017). Secara umum, instalasi pengolahan air minum terdiri dari beberapa unit yaitu aerasi, prasedimentasi, koagulasi-flokulasi, sedimentasi, desinfeksi dan reservoir. Dalam pengoperasian unit-unit tersebut juga memerlukan bahan kimia seperti alum, garam besi atau koagulan dari bahan polimer, zat alkali dan juga senyawa untuk membunuh zat bakteri patogen misalnya gas klor atau kaporit atau zat oksidant lainnya dan juga membutuhkan tenaga listrik untuk pengoperasian pompa dan lainnya (Yunianto & Ciptomulyono, 2015).

Penggunaan bahan kimia dan energi listrik tersebut secara tidak langsung memiliki dampak negatif terhadap lingkungan. Dampak lingkungan yang ditimbulkan pada Instalasi pengolahan air minum dapat dinilai menggunakan metode *Life cycle assessment*. Menurut KLHK (2021) Metode *Life cycle assessment* atau penilaian daur hidup merupakan kompilasi dan evaluasi masukan, keluaran dan dampak lingkungan potensial dari sistem produk di seluruh daur hidupnya. Dampak lingkungan yang dapat dinilai dengan metode LCA adalah *Abiotic depletion (elements, ultimate reserves)*, *abiotic depletion (fossil fuels)*, *eutrophication*, *global warming*, *ozone layer depletion*, *human toxicity*, *freshwater aquatic ecotoxicity*, *marine aquatic ecotoxicity*, *terrestrial ecotoxicity*, dan *photochemical oxidation*.

Kajian dampak lingkungan pada instalasi pengolahan air minum menggunakan metode *life cycle assessment* sudah pernah dilakukan hasilnya menurut Karnaningroem & Anggraeni (2021) dampak lingkungan pada instalasi pengolahan air minum menggunakan metode *Life Cycle Assessment (LCA)* yang memberikan dampak yaitu *eutrophication*, *global warming* dan *human toxicity*. Sedangkan, menurut Riyanty & Indarjanto (2015) instalasi pengolahan air minum menyebabkan dampak lingkungan seperti *respiratory inorganics*, *ozone layer depletion*, dan *global warming*.

Dari dampak yang dihasilkan tersebut sangat membahayakan kesehatan manusia dan pencemaran lingkungan. Untuk itu, perlu dilakukan analisis dampak lingkungan yang di akibatkan oleh kegiatan pada PDAM. Pemerintah Kabupaten Bogor memiliki PDAM Tirta Kahuripan untuk memenuhi kebutuhan air masyarakatnya.

Pada PDAM Tirta kahuripan unit Cibungbulang memiliki 3 unit Instalasi pengolahan air bersih yang masing masing memiliki kapasitas produksi 20 liter/detik jadi total produksi air bersih di Pada PDAM Tirta kahuripan unit Cibungbulang sebesar 60 liter/detik (2023). IPAM Cibungbulang ini mendistribusikan air untuk wilayah Cibungbulang dan leuwiliang dengan total produksi air bersih 258.641 m<sup>3</sup>/bulan (2023). Keberadaan instalasi pengolahan air bersih di lingkungan masyarakat sangat bermanfaat. Akan tetapi, tanpa kita sadari instalasi pengolahan air bersih tersebut termasuk salah satu dari fasilitas untuk masyarakat yang memberikan dampak negatif bagi lingkungan. Hal tersebut menjadi alasan mengapa harus dilakukannya analisis dampak lingkungan pada PDAM ini karena pada proses pengolahan air bersih membutuhkan energi listrik serta bahan kimia seperti soda ash dan desinfektan yang cukup besar. Semakin besar kapasitas yang ditampung pada pengolahan air bersih maka akan semakin sering siklus pengolahan air tersebut berjalan, sehingga akan semakin besar limbah dan dampak lingkungan yang di timbulkan. Penilaian *life cycle assessment* dilakukan dengan menggunakan ruang lingkup *gate to gate* dikarenakan pada proses tersebut terdapat banyak proses yang menggunakan energi listrik dan bahan kimia seperti pada proses koagulasi, flokulasi dan desinfeksi yang diperkirakan menjadi *hotspot*

dari instalasi pengolahan air minum. Selain itu metode penilaian dampak dilakukan dengan menggunakan metode *CML-IA Baseline* karena sudah tersedia pada *software* simapro 7.1 dengan versi yang paling tinggi dan memiliki pemilihan kategori dampak yang sesuai dengan penelitian.

Maka dari itu, pada penelitian kali ini penulis akan menganalisis dampak lingkungan yang diakibatkan oleh instalasi pengolahan air minum PDAM Tirta Kahuripan Unit Cibungbulang menggunakan metode *life cycle assessment* dengan ruang lingkup *gate to gate* dan metode penilaian dampak *CML-IA Baseline* menggunakan *software* Simapro 7.1 dan akan memberikan rekomendasi perbaikan agar instalasi pengolahan air minum dapat berjalan efektif dan ramah lingkungan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana kondisi eksisting pengolahan air bersih di Instalasi Pengolahan Air PDAM Tirta Kahuripan Unit Cibungbulang?
2. Bagaimana potensi dampak lingkungan yang timbul akibat adanya proses pengolahan air bersih di Instalasi Pengolahan Air (PDAM Tirta Kahuripan Unit Cibungbulang) menggunakan metode *life cycle assessment* dengan ruang lingkup *gate to gate*?
3. Bagaimana pengendalian dampak lingkungan yang dilakukan akibat adanya proses pengolahan air bersih di Instalasi Pengolahan Air PDAM Tirta Kahuripan Unit Cibungbulang menggunakan metode *life cycle assessment* dengan ruang lingkup *gate to gate*?

## **1.3 Tujuan**

1. Mengetahui kondisi eksisting pengolahan air bersih di Instalasi Pengolahan Air PDAM Tirta Kahuripan Unit Cibungbulang.
2. Menganalisis potensi dampak lingkungan yang timbul akibat adanya proses pengolahan air bersih di Instalasi Pengolahan Air (PDAM Tirta Kahuripan Unit Cibungbulang) menggunakan metode *life cycle assessment* dengan ruang lingkup *gate to gate*.

3. Menganalisis pengendalian dampak lingkungan yang dilakukan akibat adanya proses pengolahan air bersih di Instalasi Pengolahan Air PDAM Tirta Kahuripan Unit Cibungbulang dengan menggunakan metode *life cycle assessment* dengan ruang lingkup *gate to gate*.

#### **1.4 Batasan Masalah**

1. Pengambilan data dilakukan di Instalasi Pengolahan Air PDAM Tirta Kahuripan Unit Cibungbulang yang berlokasi di Jl. Raya Leuwiliang, No. 19, Leuwimekar, Kec. Leuwiliang, Kabupaten Bogor, Jawa Barat - 16640
2. Batasan analisis adalah *gate to gate*, yaitu proses pengolahan air bersih di Instalasi Pengolahan Air PDAM Tirta Kahuripan Unit Cibungbulang
3. Metode LCA yang digunakan yaitu metode *CML – IA Baseline* menggunakan software SimaPro 7.1

#### **1.5 Sistematika Penulisan**

##### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan skripsi.

##### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi penjelasan mengenai teori yang digunakan dalam penelitian, serta mengemukakan landasan teori untuk membahas persoalan yang terjadi.

##### **BAB III METODE PENELITIAN**

Dalam bab ini penulis mengemukakan tentang metode penelitian yang dilakukan oleh penulis dalam pengembangan sistem informasi. Agar sistematis, bab metode penelitian meliputi :

- A. Pemilihan Lokasi dan Waktu Penelitian
- B. Analisa Kebutuhan
- C. Alur Penelitian (disertakan Flowchart)

#### **BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Data merupakan materi penting yang dibutuhkan dalam pengambilan skripsi ini. pada bab ke 4 (empat) ini akan dibahas mengenai pengumpulan data, mulai dari perumusan sumber data, proses pengidentifikasian data yang dibutuhkan, serta penjabaran data data secara umum. setelah data terkumpul, proses yang dibahas dalam bab ini adalah tentang bagaimana data yang sudah terkumpul diolah hingga menghasilkan hasil yang diharapkan

#### **BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini terdiri dari gambaran hasil penelitian dan analisa. Baik dari secara kualitatif, kuantitatif dan statistik, serta pembahasan hasil penelitian. Agar tersusun dengan baik diklasifikasikan ke dalam :

A. Hasil Penelitian

B. Pembahasan

#### **BAB VI PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari seluruh penelitian yang telah dilakukan. Kesimpulan dapat dikemukakan masalah yang ada pada penelitian serta hasil dari penyelesaian penelitian yang bersifat analisis obyektif. Sedangkan saran berisi mencantumkan jalan keluar untuk mengatasi masalah dan kelemahan yang ada. Saran ini tidak lepas ditujukan untuk ruang lingkup penelitian.



## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Air Bersih**

Air bersih merupakan kebutuhan utama makhluk hidup, semua makhluk hidup membutuhkan air untuk bertahan hidup. Bagi manusia air merupakan kebutuhan pokok karena memiliki fungsi yang sangat penting karena fungsi air tidak dapat digantikan oleh apapun di bumi. Air bersih digunakan untuk kebutuhan sehari-hari seperti minum, mandi, memasak, mencuci, serta keperluan lainnya. Air merupakan sumberdaya alam yang jumlahnya tetap, namun tersebar secara tidak merata. Sudah disadari bahwa sumber air adalah hal yang sangat penting bagi kehidupan maupun untuk menunjang berbagai aktivitas pendukung kehidupan manusia. Akan tetapi, penambahan penduduk dan berkembangnya aktivitas manusia melalui industri telah mengakibatkan sumber-sumber air mengalami proses degradasi sumber daya air. Proses degradasi tersebut dapat dilihat dalam kehidupan sehari-hari yaitu dengan terjadinya kekeringan, banjir, pencemaran sungai, sedimentasi (Adi, 2018).

Sumber daya air yang makin menipis akan menjadi bencana apabila dieksplorasi yang sangat berlebihan tanpa mengindahkan kondisi dampak lingkungannya, dan tidak adanya manajemen pengelolaan yang baik secara terintegrasi mulai dari hulu sampai ke hilir baik secara kuantitas maupun kualitasnya, dan bencana tersebut dapat menjadi berlanjut setiap tahunnya, bahkan mungkin menjadi bencana permanen yang tidak dapat diperbaiki dampak dari kelalaian atau adanya faktor kesengajaan yang tidak memikirkan perlunya adanya keberlangsungan disuatu kawasan atau daerah tertentu.

Air berperan sangat penting bagi kehidupan makhluk di bumi ini, dan sangat diutamakan bagi kita sebagai manusia untuk tetap selalu menjaga dan melestarikan agar air yang kita gunakan tetap terjaga kuantitas kualitas dan kelestariannya dengan melakukan pengelolaan dan pemanfaatan air dengan baik dan hemat, menjaga lingkungan kawasan hijau sebagai penyerapan air hujan, menjaga dari adanya pencemaran limbah industri maupun limbah rumah tangga, tidak

mencemari dengan membuang berbagai jenis sampah yang dapat merusak ekosistem lingkungan yang ada disekitarnya (Rifai et al., 2021).

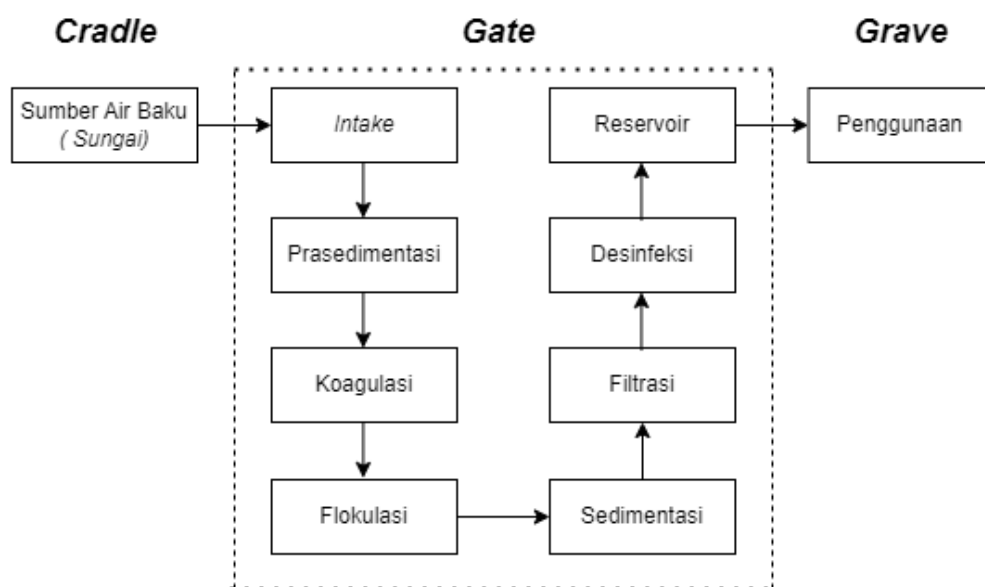
Di Indonesia terdapat tiga sumber air bersih yang bisa digunakan yaitu air permukaan, air hujan dan air tanah. Air hujan adalah yang paling bersih akan tetapi mengalami pencemaran ketika berada di atmosfer oleh partikel debu, mikroorganisme dan gas seperti *carbon dioxida*, *nitrogen* dan *amoniak*. Air permukaan meliputi sumber air (sungai, danau, telaga, waduk, rawa, terjun, sumur permukaan yang sebagian besar berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi, air sudah mengalami pencemaran oleh tanah, sampah dan lain sebagainya. Air tanah adalah air yang berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi dan mengadakan perkolasi atau penyerapan ke dalam tanah serta sudah mengalami proses filtrasi secara alamiah sehingga air tanah lebih baik dan lebih murni dibandingkan dengan air permukaan. Air tanah biasanya bebas dari kuman penyakit dan tidak perlu mengalami proses purifikasi atau penyernihan, persediaan air cukup tersedia sepanjang tahun walaupun pada musim kemarau tiba.

Berdasarkan Pasal 8 Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, air dikelompokkan menjadi 4 kelas yaitu:

- a. Kelas satu, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan/atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- b. Kelas dua, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan/atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut
- c. Kelas tiga, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi tanaman, dan/atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- d. Kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi tanaman dan/atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

## 2.2 Instalasi Pengolahan Air Bersih

Instalasi pengolahan air minum merupakan suatu rangkaian yang berfungsi untuk mengolah air baku menjadi air yang dapat konsumsi melalui proses fisika dan/atau kimia. Instalasi tersebut terdiri dari beberapa unit yang memiliki fungsinya masing-masing. Secara umum, instalasi pengolahan air minum terdiri dari beberapa unit yaitu aerasi, prasedimentasi, koagulasi-flokulasi, sedimentasi, desinfeksi dan reservoir.



**Gambar 2.1** Diagram Alir Pengolahan Air Bersih

Sumber : PUPR (2018)

### 2.2.1 Bak penangkap air ( *Intake* )

Bak penangkap air atau dikenal dengan *intake* adalah suatu bangunan yang digunakan untuk menampung atau menangkap air baku dari suatu sumber air sehingga air baku tersebut dapat ditampung dalam suatu wadah untuk diolah lebih lanjut.

### 2.2.2 Prasedimentasi

Prasedimentasi adalah bangunan yang memiliki fungsi sebagai tempat proses pengendapan partikel diskrit seperti pasir, kotoran yang

terbawa oleh air, dan zat-zat padat lainnya. Prasedimentasi bisa juga disebut sebagai *plain sedimentation* karena prosesnya bergantung dari gravitasi dan tidak termasuk koagulasi dan flokulasi. karena itu prasedimentasi merupakan proses pengendapan secara gravitasi sederhana tanpa campuran bahan kimia koagulan (Pratama et al., 2021). Sistem prasedimentasi secara garis besar dapat dibagi menjadi tiga jenis, yaitu (Ambat & Prasetyo, 2015) :

1. Prasedimentasi dengan pengendapan secara alami (gravitasi)
2. *Sand -traps* (Penjebak Pasir).
3. Prasedimentasi mekanik, untuk menghilangkan pasir dan kerikil.

### 2.2.3 Koagulasi

Koagulasi didefinisikan sebagai proses penambahan sejumlah zat kimia kedalam air yang dapat menyebabkan terjadinya destabilisasi partikel muatan koloid dan partikel tersuspensi, sehingga memungkinkan untuk terjadinya penyatuan dengan partikel-partikel lain dan membentuk partikel dengan dimensi yang lebih besar. Partikel-partikel yang menyebabkan kekeruhan dan warna pada sumber air baku umumnya adalah tanah liat, endapan lumpur, virus, bakteri, mineral (asbestos, silika dan partikel radioaktif) dan partikel organik.

Koagulan yang bisa digunakan dalam proses koagulasi yaitu dengan menggunakan Aluminium sulfat, merupakan senyawa kimia anorganik yang memiliki rumus  $Al_2(SO_4)_3$ . Aluminium sulfat memiliki sifat larut dalam air yang biasanya digunakan sebagai bahan koagulan dalam proses penjernihan air minum, kilang pengolahan air limbah, serta pembuatan kertas (Lestari, 2019). Selain itu, bisa juga menggunakan PAC (*Poly Alumunium Chloride*). PAC merupakan bahan kimia yang memiliki daya ikat terhadap zat pengotor lebih besar dibandingkan dengan aluminium sulfat, sifat kelarutan yang lebih baik di dalam air, tidak dipengaruhi temperatur, efektif pada pH 6-9, ukuran flok relatif lebih besar dan berat

sehingga dapat diendapkan di bak sedimentasi (Arifiani & Hadiwidodo, 2007).

#### 2.2.4 Flokulasi

Flokulasi adalah tahap pengadukan lambat yang mengikuti unit pengaduk cepat. Tujuan dari proses ini adalah untuk mempercepat laju tumbukan partikel, hal ini menyebabkan aglomerasi dari partikel koloid terdestabilisasi secara elektrolitik kepada ukuran yang terendapkan dan tersaring.

#### 2.2.5 Sedimentasi

Sedimentasi merupakan salah satu proses penjernihan air, yang memiliki tujuan untuk mengendapkan flok-flok yang dibentuk oleh proses koagulasi dan flokulasi pada unit sebelumnya. Untuk mencapai pengendapan yang baik, bentuk bak sedimentasi harus dibuat sedemikian rupa sehingga karakteristik aliran di dalam bak tersebut memiliki aliran yang laminar dan tidak mengalami aliran mati (*short-circuiting*).

#### 2.2.6 Filtrasi

Proses filtrasi adalah mengalirkan air hasil sedimentasi atau air baku melalui media pasir dan untuk removal sifat fisik air baku yaitu kekeruhan serta mikrobiologi yang terkandung di dalamnya (Priambodo Eko Ary & Indaryanto Hariwiko, 2017). Filtrasi dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa jenis filter, antara lain : saringan pasir lambat, saringan pasir cepat, bahkan dengan menggunakan teknologi membran.

#### 2.2.7 Desinfeksi

Desinfeksi merupakan proses yang bertujuan untuk membunuh bakteri, protozoa, dan virus dengan kuantitas desinfektan yang kecil dan tidak beracun bagi manusia. Reaksi desinfeksi yang terjadi harus dilaksanakan di bawah kondisi normal, termasuk suhu, aliran, kualitas air,

dan waktu kontak. Hal ini akan membuat air menjadi tidak beracun, tidak berasa, lebih mudah diolah, ekonomis, serta akan meninggalkan residu yang tetap untuk jangka waktu yang aman, sehingga kontaminan dapat dihilangkan (Priambodo Eko Ary & Indaryanto Hariwiko, 2017) .

Desinfeksi air bersih dilakukan untuk menonaktifkan dan menghilangkan bakteri pathogen untuk memenuhi baku mutu air minum. Desinfeksi sering menggunakan khlor sehingga desinfeksi dikenal juga dengan khlorinasi atau bisa juga menggunakan bahan kimia seperti soda ash. Soda ash dapat atau natrium karbonat yang digunakan untuk sebagai dasar yang relatif kuat dalam berbagai pengaturan. Sebagai contoh, digunakan sebagai pengatur pH untuk mempertahankan kondisi alkalin stabil. Ketika dilarutkan dalam air, akan terdisosiasi menjadi asam lemah yaitu asam ash karbonat dan alkali kuat yaitu natrium hidroksida. Sodium karbonat dalam larutan kemampuan menyerang logam seperti aluminium dengan pelepasan gas hydrogen (Rahardja et al., 2020)

#### 2.2.8 Reservoir

Reservoir merupakan tempat penyimpanan air yang telah diolah di Instalasi Pengolahan Air Minum. Air yang sudah diolah sudah sesuai dengan kriteria atau baku mutu air bersih yang telah ditetapkan. Lalu disimpan pada tanki ini untuk kemudian ditransfer ke sistem distribusi.

### **2.3 *Life cycle assessment***

#### 2.3.1 Definisi

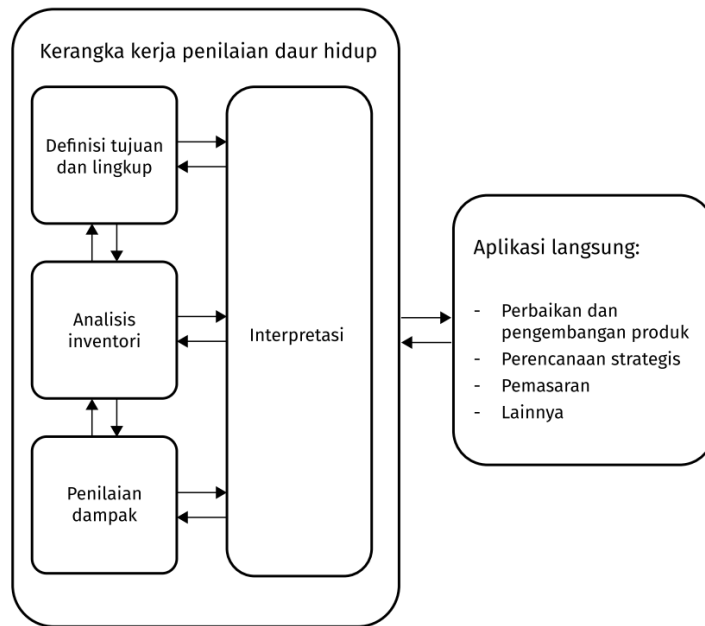
Meningkatnya kesadaran akan pentingnya perlindungan lingkungan serta produk yang diproduksi dan dikonsumsi menimbulkan banyak pengembangan metode yang bertujuan untuk lebih memahami dan mengatasi dampak ini. Salah satu teknik yang dikembangkan untuk tujuan ini adalah *Life Cycle Assessment (LCA)*. Dalam ISO 14040, *Life Cycle Assessment* didefinisikan sebagai kompilasi dan evaluasi *input*, keluaran dan dampak lingkungan potensial dari sistem produk sepanjang siklus

hidupnya (KLHK, 2021) .LCA dapat membantu dalam mengidentifikasi peluang untuk memperbaiki kinerja lingkungan dari produk pada berbagai titik dalam siklus hidupnya dan menginformasikan pengambil keputusan di industri, organisasi pemerintah atau organisasi non-pemerintah (misalnya untuk tujuan perencanaan strategis, penetapan prioritas, perancangan produk atau proses). LCA juga membantu pemilihan indikator kinerja lingkungan yang relevan, termasuk teknik pengukuran, dan pemasaran (misalnya menerapkan skema ecolabel, membuat klaim lingkungan, atau menghasilkan deklarasi produk lingkungan). LCA membahas aspek lingkungan dan dampak lingkungan yang potensial (misalnya penggunaan sumber daya) sepanjang daur hidup produk mulai dari bahan baku yang melalui produksi, penggunaan, perlakuan akhir, daur ulang dan pembuangan akhir.

Penggunaan metode *life cycle assessment* untuk mengetahui nilai dampak lingkungan pada penelitian ini didasari oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 1 Tahun 2021 tentang Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup (PROPER) dimana pada PROPER tersebut menambahkan *life cycle assessment* sebagai kriteria penilaian PROPER. Hal tersebut bertujuan untuk mengidentifikasi, menghitung keberlanjutan penggunaan sumber daya alam, pembuangan pada lingkungan, mengevaluasi dan menerapkan kemungkinan perbaikan pada lingkungan.

### 2.3.2 Tahap *Life cycle assessment*

Pada tahapan LCA ada 4 tahap yakni tahap *goal and scope* untuk mengetahui tujuan serta ruang lingkup LCA, tahap *Life Cycle Inventory* (LCI) sebagai pengumpulan data, tahap *Life Cycle Impact Assessment* (LCIA) sebagai penilaian dari dampak lingkungan yang ditimbulkan, dan tahap interpretasi merupakan tahap terakhir dimana pada tahap ini dilakukan penarikan kesimpulan serta rekomendasi dari analisis LCA tersebut:



**Gambar 2.2** Kerangka Kerja *Life Cycle Assessment*

Sumber : SNI ISO 14040:2016

### 1. *Goal and Scope*

*Goal and scope* atau tujuan dan ruang lingkup harus didefinisikan dengan baik untuk memastikan bahwa luas, kedalaman dan detail penelitiannya kompatibel dan memadai untuk memenuhi tujuan yang dinyatakan. Ruang lingkup LCA meliputi beberapa item antara lain, sistem produk yang akan dipelajari, fungsi sistem produk, unit fungsional, batasan sistem, prosedur alokasi, kategori dampak yang dipilih dan metodologi penilaian dampak, dan interpretasi selanjutnya yang digunakan, persyaratan data, asumsi, keterbatasan, persyaratan kualitas data awal, jenis tinjauan kritis (jika ada), jenis dan format laporan yang diperlukan untuk penelitian terkait. LCA adalah teknik iteratif, sehingga ketika data dan informasi telah dikumpulkan, berbagai aspek dari ruang lingkup LCA mungkin membutuhkan modifikasi agar dapat memenuhi tujuan awal penelitian.

### 2. *Life Cycle Inventory*

Tahap analisis persediaan siklus hidup (fase LCI atau *life cycle inventory*) adalah fase kedua dari LCA. Pada tahap ini, yang dilakukan



adalah inventarisasi data *input/output* yang berkaitan dengan sistem yang sedang dipelajari dan juga prosedur perhitungan untuk menghitung *input* dan keluaran yang relevan dari sistem produk. Hal ini melibatkan pengumpulan data yang diperlukan untuk memenuhi tujuan studi yang ditentukan.

Data untuk setiap unit proses dalam sistem dapat diklasifikasikan berdasarkan kategori, di antaranya adalah *input* energi, *input* bahan baku, *input* tambahan; produk, ko-produk dan limbah; emisi ke udara, pembuangan ke air dan tanah; serta aspek lingkungan lainnya. Setelah pengumpulan data, dilakukan prosedur perhitungan yang di dalamnya termasuk validasi data yang dikumpulkan, hubungan data dengan unit proses, dan hubungan data dengan arus referensi dari unit fungsional. Semuanya diperlukan untuk menghasilkan inventaris dari sistem yang ditetapkan untuk setiap unit proses dan untuk unit fungsional dari sistem produk yang akan dimodelkan.

### 3. *Life cycle impact assessment*

Tahap penilaian dampak siklus hidup (fase LCIA) adalah fase ketiga dari LCA. Tujuan LCIA (*life cycle impact assessment*) adalah untuk memberikan informasi tambahan untuk membantu penilaian hasil LCI sistem produk sehingga dapat lebih memahami signifikansi lingkungannya. Secara umum, proses ini mengaitkan data inventaris dengan kategori dampak lingkungan yang spesifik dan indikator kategori, sehingga berusaha memahami dampak tersebut. Fase LCIA juga menyediakan informasi untuk tahap interpretasi siklus hidup.

LCIA memiliki kelemahan karena hanya dapat membahas masalah lingkungan yang ditentukan dalam tujuan dan ruang lingkup penelitian. Oleh karena itu, LCIA bukanlah penilaian lengkap terhadap seluruh masalah lingkungan dari sistem produk yang dipelajari. LCIA tidak selalu dapat menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kategori dampak dan indikator hasil terkait dari sistem produk alternatif.

#### 4. Interpretasi Data

Interpretasi siklus hidup adalah fase akhir dari prosedur LCA, di mana hasil LCI atau LCIA atau keduanya diringkas dan didiskusikan sebagai dasar untuk pengambilan kesimpulan, pemberian rekomendasi dan pengambilan keputusan sesuai dengan definisi tujuan dan ruang lingkup yang telah ditetapkan di tahap awal dari LCA. Interpretasi harus mencerminkan fakta bahwa hasil LCIA didasarkan pada pendekatan relatif, bahwa hal itu mengindikasikan dampak lingkungan yang potensial, dan tidak memprediksi dampak aktual pada titik akhir kategori atau ambang batas.

#### **2.4 *Life cycle impact assessment***

*Life cycle impact assessment* (LCIA) bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi jumlah dan pentingnya potensi dampak lingkungan yang timbul dari LCI. Masukan dan keluaran pertama-tama ditetapkan ke kategori dampak dan potensi dampaknya dihitung menurut faktor karakterisasi. Dalam ruang lingkup studi elemen tertentu didefinisikan untuk LCIA (GaBi, 2010). Adapun tahapan *Life cycle impact assessment* menurut Siregar (2022) yaitu :

- a. Kategori dampak: Mengidentifikasi kategori dampak lingkungan yang relevan misalnya pemanasan global, asidifikasi, eutrikikasi.
- b. Klasifikasi: Penetapan dan penggabungan awal data inventori kedalam beberapa group dampak, misalnya mengklasifikasi berbagai emisi CO<sub>2</sub> dan CH<sub>4</sub> pada pemanasan global
- c. Normalisasi: Perhitungan besaran hasil indikator relatif terhadap informasi pembanding,
- d. Pengelompokan: Pemilahan dan memberi peringkat untuk indikator – indikator tersebut.
- e. Pembobotan: Menakankan pada dampak potensial yang paling penting untuk mengevaluasi dan melaporkan hasil LCIA.

Adapun kategori dampak yang juga terbagi menjadi 2 jenis kategori dampak yaitu *midpoint impact category* dan *endpoint impact category*. *midpoint impact category* seperti *Abiotic depletion (elements, ultimatereerves)*, *abiotic depletion (fossil fuels)*, *eutrophication*, *global warming*, *ozone layer depletion*, *human toxicity*, *freshwater aquatic ecotoxicity*, *marine aquatic ecotoxicity*, *terrestrial ecotoxicity*, dan *photochemical oxidation*. Sedangkan, *endponint impact category* seperti *human health*, *ecosystem*, dan *resources*. Berikut merupakan kategori dampak yang relevan dengan topik penelitian yaitu:

#### 2.4.1 *Global Warming Potential*

*Global warming potential* (GWP) adalah ukuran relatif jumlah kalor yang terjebak dalam gas rumah kaca. GWP merupakan nilai perbandingan jumlah kalor yang terjebak suatu gas dalam satuan masa tertentu terhadap gas CO<sub>2</sub>. GWP adalah besaran efek radioaktif Gas Rumah Kaca dibandingkan terhadap CO<sub>2</sub>. Dengan kata lain, GWP ialah indikasi beraspa ton emisi CO<sub>2</sub> setara dengan satu ton dari setiap Gas Rumah Kaca Lainnya. (Urip Prayogi & Rohman Sugiono, 2022)

Dalam *life cycle impact assasment*, GWP dikatogerikan dalam penyebab perubahan iklim (*Climate change*). Perubahan iklim merupakan perubahan suhu global yang di sebabkan oleh adanya pelepasan gas rumah kaca oleh aktivitas manusia. Hal tersebut menyebabkan gangguan iklim, penggurunan, naik turunnya air laut dan penyebaran penyakit. Pada intinya, *Global warming potetial* membahas mengenai efek pada suhu di atmosfer yang mulai meningkat. Satuan yang digunakan pada dampak lingkungan ini adalah CO<sub>2</sub>eq (GreenDelta, 2016).

Pada instalasi pengolahan air minum, *global warming potential* menjadi salah satu dampak lingkungan yang ditimbulkan yang disebabkan dari penggunaan listrik untuk operasional mesin dan pompa. Penggunaan natural gas atau listrik yang menyebabkan dampak global warming adalah

*carbon dioxide* hasil pembakaran bahan bakar fosil, seperti batu bara, minyak bumi, dan gas bumi (Irawati & Andrian, 2018)

#### 2.4.2 *Human Toxicity*

*Human Toxicity* merupakan efek racun pada tubuh manusia yang disebabkan oleh bahan kimia yang digunakan sebagai bahan baku produksi air minum. Menurut Putri (2017) *human toxicity* membahas tentang emisi dari beberapa zat seperti logam berat yang dapat berdampak pada kesehatan manusia. Logam berat tersebut dapat terhirup oleh manusia melalui udara.

Penilaian dampak pada *human toxicity* difokuskan pada akibat paparan langsung bahan kimia yang dapat menyebabkan gangguan Kesehatan seperti kanker, efek reproduksi, efek teratogenik, akut fatal atau akut parah dan efek ireversibel (yaitu fatal peracunan), mutagenisitas, kerusakan hati, penyakit jantung, penyakit paru-paru, iritasi, sensitisasi dan efek organ akut reversibel. (Krewitt, Wolfram, Hauschild & Pennington, 2002). Bahan kimia seperti arsenik, natrium dikromat, dan hidrogen fluorida, sebagian besar disebabkan oleh produksi listrik dari sumber fosil merupakan bahan kimia yang berpotensi berbahaya bagi manusia melalui penghirupan, konsumsi, dan bahkan kontak. Satuan dampak human toxicity adalah Kg 1,4-DB equivalent (GreenDelta, 2016).

#### 2.4.3 *Eutrophication*

Eutrofikasi adalah keadaan dimana konsentrasi nutrient kimia yang ada di ekosistem menyebabkan pertumbuhan alga secara berlebihan. Emisi yang dapat mempengaruhi dampak ini seperti amonia, nitrat, nitrogen oksida dan fosfor yang ada di udara maupun di air yang dapat menyebabkan eutrofikasi di air. Untuk menyatakan satuan potensi *eutrophication* yaitu menggunakan PO<sub>4</sub> ekuivalen per kilogram emisi (GreenDelta, 2016)

Menurut Karnaningroem & Anggraeni (2021) Proses pengolahan air minum berkontribusi terhadap dampak eutrofikasi yang berasal dari penggunaan bahan kimia dan biaya pengolahan berupa lumpur serta berkontribusi terhadap emisi.

#### 2.4.4 Acidification

Asidifikasi atau *acid deposition* merupakan proses dimana gas asam seperti sulfur dioksida ( $\text{SO}_2$ ) bereaksi dengan air yang ada di atmosfer kemudian membentuk hujan asam. Gas yang menimbulkan *acid deposition* seperti amonia ( $\text{NH}_3$ ), nitrogen oksida ( $\text{NO}_x$ ) dan sulfur oksida ( $\text{SO}_x$ ). Indikator dampak asidifikasi adalah peningkatan gas asam yang ada di lingkungan air dan tanah. Hal yang diperhatikan yaitu potensi oksidasi dari nitrogen dan sulfur. Dampak yang dihasilkan dari asidifikasi yaitu dapat merusak kualitas ekosistem dan menurunkan biodiversitas. Satuan Kg  $\text{SO}_2$  equivalent (GreenDelta, 2016)

Gas penyebab asidifikasi bisa dihasilkan dari sumber alami seperti letusan gunung berapi dan emisi dari gas belerang yang mudah menguap. Namun, Sebagian besar berasal dari aktivitas manusia seperti pembakaran bahan bakar fosil di pembangkit listrik, knalpot kendaraan, dan pertanian (Hauschild, 2015)

## 2.5 Keunggulan dan Kelemahan LCA

Dalam penggunaannya, metode penilaian dampak atau *life cycle assessment* ini memiliki keunggulan dan kelemahannya. Menurut Wiloso (2019), Keunggulan dan kelemahan *life cycle assessment* ini yaitu :

### 2.5.1 Keunggulan

1. Mengidentifikasi kinerja lingkungan secara kuantitatif
2. Mengidentifikasi hotspot dan merencanakan perbaikan
3. Menghindari perpindahan beban lingkungan
4. Membandingkan dampak lingkungan produk

### 2.5.2 Kelemahan

5. Perbedaan antara model dan kenyataan
6. Kurangnya ketersediaan data dan menggunakan asumsi
7. Hanya terdapat data regional
8. Hanya mengidentifikasi dampak secara lokal

## 2.6 Penilaian Dampak pada PDAM

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) merupakan salah satu fasilitas pelayanan air minum memiliki peran yang sangat strategis dalam upaya mempercepat peningkatan kualitas Kesehatan di suatu daerah dan juga bertujuan memenuhi kebutuhan air bersih setiap masyarakat. Peran strategis ini didapat karena Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) adalah fasilitas kesehatan yang padat teknologi dan padat pakar. Peran tersebut ini makin menonjol mengingat timbulnya perubahan-perubahan epidemiologi penyakit, perubahan struktur demografis, perkembangan IPTEK, perubahan struktur sosio ekonomi masyarakat dan pelayanan yang lebih bermutu, ramah dan sanggup memenuhi kebutuhan yang menuntut perubahan pola pelayanan kesehatan di Indonesia (Aswandi, 2014).

Dalam prosesnya, PDAM membutuhkan bahan kimia yang dibutuhkan sebagai bahan baku untuk pemurnian air agar air olahan sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan. Penambahan bahan kimia tersebut secara tidak langsung memiliki dampak terhadap lingkungan. Berdasarkan penelitian Giri et al., (2020) Instalasi pengolahan air minum berkontribusi terbesar pada dampak lingkungan adalah penggunaan natural gas atau energi listrik. Penggunaan listrik secara tidak langsung memengaruhi kategori pengurangan sumber daya alam (*fossil fuels*) dan kesehatan manusia (*climate change*) akibat pembakaran CO<sub>2</sub>. Penggunaan listrik/energi terbesar disebabkan penggunaan 5 pompa dengan daya besar pada tahap pengambilan bahan baku air dan jarak tempuh pengiriman yang cukup jauh dari *intake* ke IPAM. Disamping itu adanya penggunaan pompa untuk menaikkan air pada tangki WTP. Selanjutnya, menurut (Andrian & Irawati, 2019) Penggunaan natural gas pada Instalasi Pengolahan Air Minum menjadi penyumbang terbesar pada dampak lingkungan *non-renewable energy* dan *global warming*. Penggunaan natural gas atau listrik secara berlebihan dan terus-menerus akan mempercepat berkurangnya bahan bakar fosil. Disamping itu pembakaran bahan bakar fosil menghasilkan CO<sub>2</sub> yang menjadi kontribusi terbesar dalam

global warming. Penggunaan listrik terbesar disebabkan peralatan yang sudah tua dan penggunaan pompa pengambilan air baku dengan daya besar dan jarak tempuh yang jauh.

## 2.7 Pemilihan Software

Dalam beberapa tahun terakhir, kebutuhan analisa LCA menggunakan software menjadi semakin penting. Terdapat banyak software yang dapat mewadahi kegiatan analisa tersebut. Kualitas software yang baik dapat dilihat berdasarkan struktur, *display of process*, *transparasi*, *database*, metode kalkulasi, serta metodologinya (Putri, 2017). Berikut adalah contoh beberapa software untuk menganalisa LCA :

**Tabel 2.1** *Software LCA*

Nama Software	Terdapat LCI dan LCIA	Bahasa	Database	Special Area
CCaLC Tool	ada	Inggris	CCaLC <i>database</i> ( <i>Ecoinvent</i> )	Tidak ada
Ecoinvent	Tidak	Inggris	Ecoinvent data base	<i>Waste Management</i>
GaBi	Ada	Inggris	GaBi Database	Tidak Ada
Open LCA	Ada	Inggris	Tidak ada	Tidak ada
Simapro 7.1	Ada	Inggris	Simapro 7.1 Database	Tidak ada

Sumber : (Putri, 2017)

Pada penelitian ini, penulis akan menggunakan software Simapro 7.1.. Simapro 7.1 merupakan *software* yang dapat digunakan untuk menunjukkan hasil interpretasi dalam penggunaan metode *Life cycle assessment*. *Software* LCA komersial yang sering digunakan dalam industry dan menyediakan database yang luas dan beragam, serta memiliki fitur analisis yang lengkap.

(LCA). Simapro 7.1 didesain dengan tujuan sebagai analisa serta perbandingan lingkungan dari suatu produk. Simapro 7.1 dapat menghasilkan pengolahan data berupa tiga macam assessment yaitu, *network*, *characterization*, *impact assessment* dan juga *normalization*. Hasil *network* mendapatkan berupa informasi hubungan dari setiap proses yang memiliki pengaruh dampak.

Simapro 7.1 memiliki kelebihan dibandingkan software lainnya, diantaranya sebagai berikut (simapro 7.1 manual PRe Consultants, 2008):

- a. Bersifat fleksibel
- b. Dapat digunakan secara *multi-user-version* sehingga dapat menginput data secara berkelompok meskipun berbeda lokasi
- c. Memiliki metode dampak yang beragam
- d. Dapat menginventarisasi data dalam jumlah banyak
- e. Data yang didapatkan memiliki nilai transparansi yang tinggi, dimana hasil interaktif analisis dapat melacak hasil lainnya kembali ke asal-usulnya.
- f. Mudah terhubung dengan perangkat lain, salah satunya adalah AHP
- g. Hadir dengan tiga versi yang diklasifikasikan berdasarkan pengguna yaitu :
  - Simapro 7.1 *Compact* : untuk mengatur tugas kompleks
  - Simapro 7.1 *Analyst* : untuk melakukan permodelan siklus hidup dan berisi fitur analisis yang canggih
  - Simapro 7.1 *Developer* : untuk untuk menciptakan alat penilaian siklus hidup yang berdedikasi dengan fitur diperpanjang.



## 2.8 Penelitian terdahulu

**Tabel 2.2** Penelitian Terdahulu

No	Penulis ( Tahun )	Judul Penelitian	Metode LCIA	Hasil penelitian
1	Riyanty & Indarjanto( 2015)	Kajian Dampak Proses Pengolahan Air di IPA Siwalanpanji Terhadap Lingkungan dengan Menggunakan Metode Life Cycle Assessment (LCA)	Metode Impact2002+	Dampak lingkungan hasil analisis yang terjadi di IPA Siwalanpanji berupa pencemaran udara yang disebabkan oleh penggunaan bahan kimia berupa klorin dan polyaluminium chloride (PAC) dan konsumsi listrik. Hasil dampak terbesar terjadi pada penggunaan listrik dalam pemakaian satu hari yaitu menyebabkan respiratory inorganics sebesar 0,748 kg PM2.5, ozone layer depletion sebesar 0,000295 kg CFC-11 dan global warming sebesar 1000 kg CO 2.
2	Irawati & Andrian (2018)	Analisa Dampak Lingkungan Pada Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) Dengan Metode	CML 2001	n proses produksi air di IPAM Babat yang berkontribusi terbesar pada dampak lingkungan adalah penggunaan natural gas atau energi listrik. Penggunaan listrik secara tidak langsung memengaruhi kategori pengurangan sumber daya alam ( <i>fossil fuels</i> ) dan kesehatan manusia ( <i>climate change</i> )

No	Penulis ( Tahun )	Judul Penelitian	Metode LCIA	Hasil penelitian
		<i>Life Cycle Assessment (LCA)</i>		akibat pembakaran CO2. Penggunaan listrik/energi terbesar disebabkan penggunaan 5 pompa dengan daya besar pada tahap pengambilan bahan baku air dan jarak tempuh pengiriman yang cukup jauh dari <i>intake</i> ke IPAM
3	Yunianto & Ciptomulyono, (2015)	Kajian <i>Life Cycle Assessment (Lca)</i> Untuk Perbaikan Produksi Air Bersih Instalasi Pengolahan Air Minum (Ipam) Ngagel Ii Pdam Surabaya Dengan Pendekatan Analytic Network Process (Anp)	metode EDIP	Dari hasil LCA, diketahui bahwa bagian pompa air baku memiliki dampak terbesar yaitu sebesar 73 kPt. Dari hasil LCA, diidentifikasi alternatif pengurangan dampak lingkungan di bagian pompa, yaitu Perubahan Kapasitas Pompa; Peningkatan Intensitas Maintenance; serta Pelatihan dan Pengembangan Operator
4	Karnaningroem & Anggraeni, (2021)	<i>Study of Life Cycle Assessment (LCA) on Water Treatment</i>	Impact 2002+	Hasil analisis menggunakan metode <i>Life Cycle Assessment (LCA)</i> , menunjukkan bahwa kontribusi tertinggi untuk dampak lingkungan berupa Eutrofikasi sebesar 287.644,1 kg PO4--eq/tahun diikuti

No	Penulis ( Tahun )	Judul Penelitian	Metode LCIA	Hasil penelitian
				Pemanasan 23.697.275 kg CO <sub>2</sub> eq/tahun, dan Toksisitas Manusia 9.190.241 kg 1,4-DBeq/tahun
5	Geafiata Amalia Nurbaiti, Tuhu Agung Rachmanto dan Aulia Ulfah Farahdiba (2021)	Implementasi <i>Life Cycle Assessment</i> “ <i>Gate To Gate</i> ” Pada Proses Pengolahan Air Bersih	Impact 2002+	Dampak tertinggi yang muncul akibat dari proses pengolahan air bersih adalah <i>respiratory inorganics, global warming, dan non-renewable energy</i> Ketiga dampak tersebut berasal dari pemakaian bahan kimia serta listrik. Usulan perbaikan yang dapat diberikan adalah melakukan upaya kegiatan reboisasi dan meningkatkan efisiensi peralatan
6	Raghuvanshi et al., (2017)	<i>Waste water treatment plant Life Cycle Assessment: treatment process to reuse of water</i>	Eco-invent	Dari hasil penelitian ini Diketahui bahwa listrik yang dibutuhkan untuk melakukan seluruh proses pengolahan (pengumpulan air, aktivasi lumpur, pengolahan, pemurnian, dan distribusi ulang) memiliki dampak tertinggi di semua kategori penilaian

## BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu deskriptif kuantitatif. Penelitian deskriptif kuantitatif merupakan penelitian dengan metode mengumpulkan data-data yang berupa angka yang selanjutnya diolah menggunakan *software* untuk mengetahui dampak lingkungan yang dihasilkan.

### 3.2 Waktu & Lokasi Penelitian

Penelitian dimulai pada bulan November tahun 2022 – Maret tahun 2023, yang dimulai dengan survei lokasi penelitian dan pengumpulan data sekunder dan data primer dan dilanjutkan dengan pengolahan data.

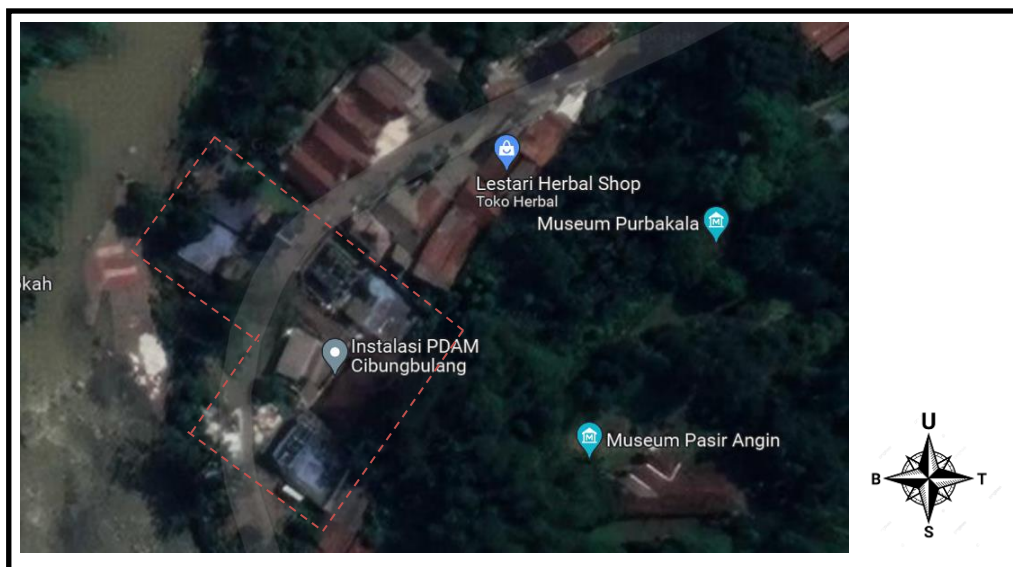
Lokasi penelitian dilakukan di Instalasi Pengolahan Air PDAM Tirta Kahuripan Unit Cibungbulang yang berlokasi di Jl. Raya Leuwiliang, No. 19, Leuwimekar, Kec. Leuwiliang, Kabupaten Bogor, Jawa Barat.

**Tabel 3.1** Kerangka Kerja Rencana Penelitian

No	Kegiatan	Waktu pelaksanaan																	
		November			Desember			Januari			Februari			Maret					
1	Pengajuan judul skripsi	■																	
2	Pembuatan Proposal Penelitian		■	■	■	■	■												
3	Sidang Proposal Penelitian						■												
4	Proses perizinan penelitian							■	■										
5	Pengumpulan data sekunder dan primer									■	■	■							
6	Analisis Data menggunakan software simapro											■							
7	Analisis hasil data												■	■	■				
8	Penyusunan Skripsi															■	■	■	
9	Sidang skripsi																	■	

### 3.3 Populasi dan Sampel

1. Populasi pertama pada penelitian ini adalah unit fungsional dari produksi air bersih yang di hasilkan dari Instalasi Pengolahan Air minum per hari. Unit fungsi pada penelitian ini yaitu  $m^3$ /hari
2. Populasi kedua adalah semua hasil analisa yang diketahui dengan metode observasi. Data yang dibutuhkan pada bagian produksi di di Instalasi Pengolahan Air PDAM Tirta ini yaitu Data inlet dan outlet IPA Karakteristik air baku dan air olahan setiap unit, Kebutuhan Bahan kimia, Kebutuhan listrik dan Kondisi eksisting (ukuran bak setiap unit, alur pengolahan)
3. Populasi ketiga pada penelitian ini adalah para pekerja di Instalasi Pengolahan Air PDAM Tirta Kahuripan Unit Cibungbulang, berjumlah 5 orang dan target sumber wawancara yaitu 2 orang Kepala IPAM unit Cibungbulang dan Teknisi Lapangan.



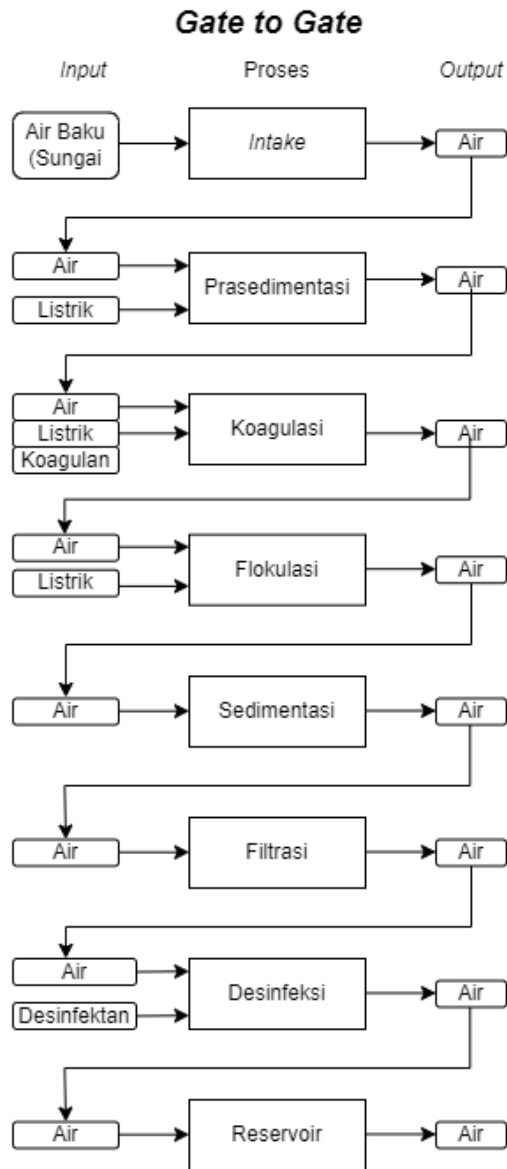
**Gambar 3.1** Lokasi Penelitian

Sumber : Google Maps (2022)

### 3.4 Variabel Penelitian

Secara umum definisi operasional dari variabel-variabel dalam penelitian ini dapat dilihat pada *input* dan *input* yang terjadi pada setiap unit instalasi

pengolahan air minum. Pada gambar telah melakukan pendataan *input* dan *input* yang terjadi pada setiap unit instalasi pengolahan air minum yaitu :



**Gambar 3.2** *input dan input proses*

Sumber : Analisa Penulis (2022)

**Tabel 3.2** Variabel Penelitian

No	Variabel	Definisi	Satuan	Sifat data
1.	Input Produksi			
	1. Air	Bahan Baku utama yang digunakan	m <sup>3</sup> /unit	Sekunder
	2. Energi Listrik	Energi listrik yang dikonsumsi dalam proses produksi	KWh/unit	Sekunder
	3. Bahan Kimia	Jumlah bahan kimia yang digunakan dalam proses koagulasi, dan desinfeksi.	Kg/unit	sekunder
2.	Output			
	Air bersih	Sebagai hasil utama produksi	m <sup>3</sup> /unit	Sekunder

Pemilihan variable penelitian didasarkan pada kemungkinan dampak lingkungan yang dihasilkan dari setiap *input* yang dibutuhkan pada instalasi pengolahan air minum. Sehingga, hanya dipilih variabel tersebut yang memiliki potensi dampak terhadap lingkungan.

### 3.5 Data Penelitian

#### 1. Jenis data

Data yang dibutuhkan pada penelitian kali ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang peroleh dari pengamatan, observasi dan juga hasil analisis penulis setelah melakukan observasi pada objek penelitian. Data yang diperoleh yaitu data inlet dan outlet IPA, Karakteristik air baku dan air olahan tiap unit, kebutuhan bahan kimia, kebutuhan listrik, dan kondisi eksisting IPA. Sedangkan data

sekunder adalah data yang diperoleh dari perusahaan atau dari sumber lainnya. Seperti dimensi IPA dan juga baku mutu air bersih.

## 2. Metode Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini:

- a. Studi Kepustakaan, yaitu pengumpulan data yang dilakukan dengan cara membaca, mengutip baik secara langsung maupun tidak langsung dari buku dan literature yang bersifat ilmiah dan berhubungan dengan topik yang diteliti
- b. Observasi Lapangan yaitu teknik pengumpulan data dengan pengamatan langsung dari aliran proses produksi
- c. Wawancara yaitu teknik pengumpulan data melalui sejumlah pertanyaan yang mengacu pada panduan wawancara terkait topik yang diteliti. Tujuan pokok pembuatan daftar pertanyaan adalah untuk memperoleh informasi yang relevan dengan penelitian yang dilakukan sehingga strategi minimasi limbah padat mampu dilaksanakan secara efektif

## 3. Perhitungan LCA dan LCIA

Pada tahap pengolahan data, dilakukan pendekatan *Life Cycle Assessment* (LCA) pada instalasi pengolahan air minum PDAM Tirta Kahuripan Unit Cibungbulang dengan bantuan perangkat lunak Simapro 7.1 7.1. Berdasarkan ISO 14040, pelaksanaan LCA melalui empat tahap, yakni:

- 1) Menentukan sasaran dan ruang lingkup LCA Pada tahap ini, dilakukan penentuan tujuan, ruang lingkup dari LCA. Fase ini bertujuan untuk memformulasikan dan mendeskripsikan tujuan, sistem yang akan dievaluasi, batasan-batasan, dan asumsi-asumsi yang berhubungan dengan dampak. Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah mengidentifikasi dan menganalisis dampak yang dihasilkan dari aktivitas instalasi pengolahan air minum PDAM Tirta Kahuripan Unit Cibungbulang Ruang lingkup yang digunakan pada penelitian ini adalah *gate to gate* yang hanya



meliputi aktivitas produksi air bersih di instalasi pengolahan air minum PDAM Tirta Kahuripan Unit Cibungbulang

- 2) Perhitungan *Life Cycle Inventory* (LCI) Pada perhitungan LCI, dilakukan perhitungan untuk mengkuantifikasi *input* dan output pada suatu proses produksi pada instalasi pengolahan air minum PDAM Tirta Kahuripan Unit Cibungbulang seperti energi, air dan bahan kimia Terdapat 4 langkah yang dapat dilakukan yaitu:
  - a. Membuat diagram alir dari proses yang sedang dievaluasi.
  - b. Membuat rencana pengumpulan data.
  - c. Mengumpulkan data.
  - d. Mengevaluasi dan melaporkan hasil.

- 3) Melakukan *Life Cycle Impact Analysis* (LCIA)

Dalam tahap LCIA, dilakukan evaluasi terhadap potensi dampak yang dapat terjadi. Pada penelitian ini analisa mengenai jenis dan besarnya nilai setiap kategori dampak yang dihasilkan dari aktivitas produksi air bersih. Berdasarkan penelitian Annisa (2022) , tahap-tahap dalam melakukan LCIA pada penilaian LCA PDAM yaitu sebagai berikut :

- b. *Classification*

Klasifikasi adalah proses pengelompokan parameter dari *Life Cycle Inventory* (LCI) menjadi kategori dampak lingkungan. Kategori dampak lingkungan yang di hasilkan dapat berupa kategori ekologi, kategori Kesehatan manusia, kategori sumberdaya, dan sebagainya.

- c. *Characterization*

Karakterisasi LCIA adalah proses menghubungkan parameter dari LCI ke kategori dampak lingkungan yang sudah diklasifikasikan. Parameter-parameter ini kemudian dikarakterisasi dengan menggunakan factor karakterisasi,

yang mengukur besarnya dampak lingkungan yang dihasilkan dari suatu parameter terhadap kategori dampak lingkungan.

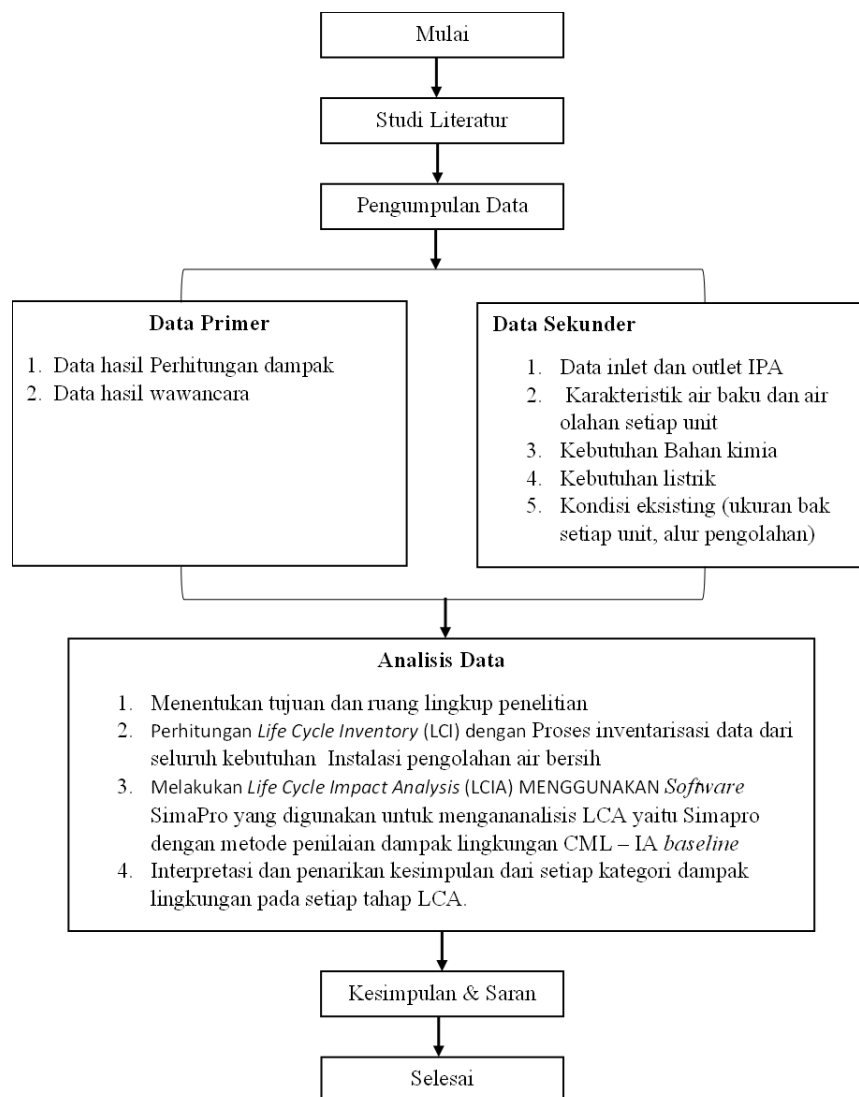
*d. Normalization*

Normalisasi LCIA adalah proses penghitungan dampak lingkungan dari seluruh siklus hidup produk atau layanan terhadap masing-masing kategori dampak lingkungan. Normalisasi dilakukan untuk memperhitungkan bobot atau pentingnya masing-masing kategori dampak lingkungan terhadap lingkungan secara keseluruhan.

- 4) Melakukan *Life Cycle Interpretation* Pada tahap *Life Cycle Interpretation*, dilakukan analisis hasil dan kesimpulan. Pada fase ini pengolahan data dilakukan dengan *software* Simapro 7.1. Simapro 7.1 adalah perangkat profesional untuk mengumpulkan, menganalisis dan memantau kinerja lingkungan dari suatu produk. Suatu proses dalam Simapro 7.1 terdiri atas data aliran penggunaan material, emisi dan limbah yang dihasilkan.

### 3.6 Tahapan Penelitian

Tahapan dari penelitian ini terdiri dari tiga tahap yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan, dan tahap pengolahan data-data hingga penyusunan laporan.



**Gambar 3.3** Rencana Penelitian

Selain tahapan penelitian, berikut diagram alir mengenai tahapan *life cycle assasment*. Seperti yang diketahui sebelumnya penilaian *life cycle assasment* terdiri dari empat tahapan yaitu :

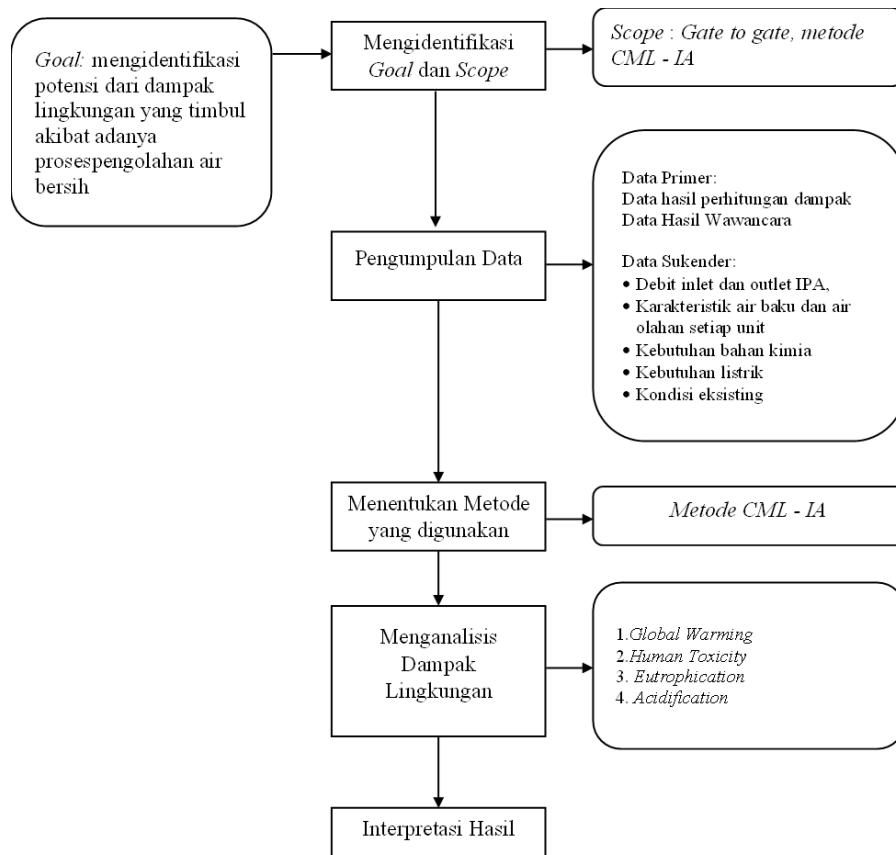
1. Menentukan tujuan dan ruang lingkup, pada penelitian ini tujuannya yaitu mengidentifikasi potensi dari dampak lingkungan yang timbul akibat adanya proses pengolahan air bersih dan ruang lingkup *gate to gate* yang terdiri dari proses *intake*, prasedimentasi, koagulasi, flokulasi, desinfeksi, sedimentasi, aerasi, dan reservoir.
2. Mengumpulkan data atau *Life Cycle Inventory (LCI)* mengumpulkan data primer dan data sekunder. Data primer seperti data hasil perhitungan dampak dan Data hasil wawancara dan Data sekunder seperti Debit inlet dan outlet IPA, Karakteristik air baku dan air olahan setiap unit, Kebutuhan bahan kimia, Kebutuhan listrik dan Kondisi eksisting.
3. Melakukan *Life Cycle Impact Analysis (LCIA)* menggunakan software *simapro 7.1* dengan metode *CMLIA Baseline*. Kategori dampak pada penelitian ini yaitu :
  - a. *Global Warming*, karena pada instalasi pengolahan air bersih banyak menggunakan energi listrik. Penggunaan energi listrik yang berlebihan dapat mengakibatkan potensi dampak *global warming*.
  - b. *Human toxicity*, karena pada instalasi pengolahan air bersih banyak menggunakan bahan kimia yang digunakan untuk pengolahan air bersih. Bahan kimia yang digunakan dapat berpotensi mengakibatkan efek racun pada tubuh manusia.
  - c. *Eutrofikasi*, *Eutrofikasi* adalah keadaan dimana konsentrasi nutrient kimia yang ada di ekosistem yang terlalu besar menyebabkan pertumbuhan alga secara berlebihan. Dari penelitian terdahulu dampak *eutrofikasi* juga dapat diakibatkan dari Proses pengolahan air minum yang berasal dari penggunaan bahan kimia dan energi listrik.

d. Asidifikasi, Asidifikasi terjadi ketika dimana gas asam seperti sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>) bereaksi dengan air yang ada di atmosfer kemudian membentuk hujan asam. Hujan asam tersebut bisa diakibatkan dari aktivitas manusia seperti pembakaran bahan bakar fosil di pembangkit listrik.

4. Interpretasi hasil, bertujuan untuk mendapatkan sebuah hasil akhir kajian yang didasarkan pada hasil analisis dari tahap *Life Cycle Inventory (LCI)* dan *Life Cycle Impact Assessment (LCIA)*.

Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat gambar 3.4 mengenai tahapan

LCA.



**Gambar 3.4** Tahapan LCA

### 3.7 Analisis Data

#### 3.7.1 Kondisi Eksisting

Data diperoleh melalui hasil observasi dan wawancara dengan para pekerja IPAM Titra Kahuripan – Unit Cibungbulang. Observasi dilakukan secara sengaja, terarah, urut, dan sesuai pada tujuan. Pencatatan pada kegiatan pengamatan disebut dengan hasil observasi. Hasil observasi tersebut dijelaskan dengan rinci, tepat, akurat, teliti, objektif, dan bermanfaat. Objek yang diteliti untuk mengetahui kondisi eksisting yaitu dengan melakukan pengamatan pada setiap unit pengolahan air minum yang ada pada pekerja IPAM Titra Kahuripan – Unit Cibungbulang. Sedangkan wawancara dilakukan untuk mengetahui lebih detail terkait kondisi eksisting IPAM Titra Kahuripan – Unit Cibungbulang sumber wawancara yaitu 2 orang Kepala IPAM unit Cibungbulang dan Teknisi Lapangan dengan pertanyaan sebagai berikut :

**Tabel 3.3** Pertanyaan kondisi eksisting

No	Pertanyaan
1	Apa saja unit Pengolahan air yang ada pada IPAM?
2	Berapa debit air yang masuk pada unit <i>intake</i> per hari?
3	Bahan apa saja yang digunakan pada setiap unit IPAM?
4	Berapa banyak bahan yang dimasukkan pada setiap unit IPAM?
5	Berapa besar listrik yang digunakan pada setiap unit IPAM?
6	Berapa debit air bersih yang dihasilkan per hari?

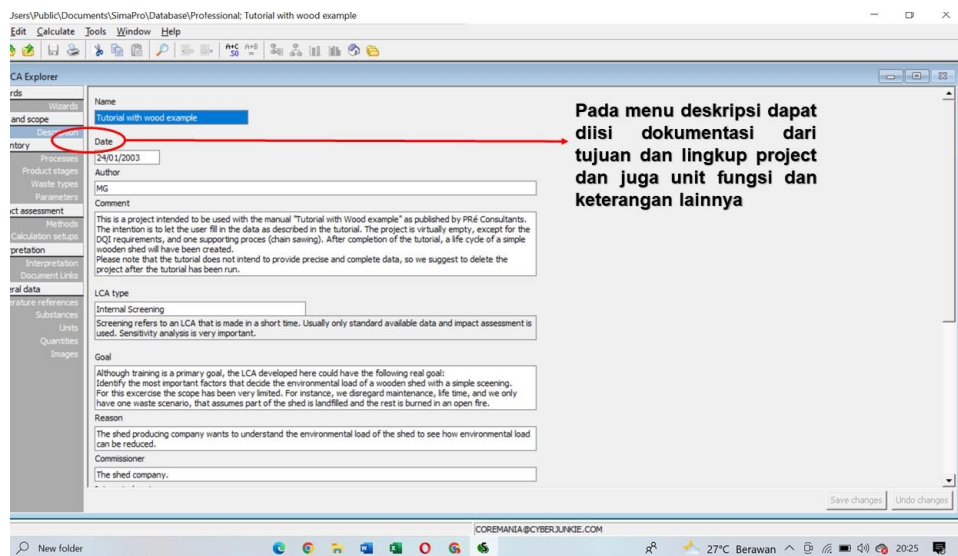
#### 3.7.2 Penilaian Dampak

Dari data yang telah didapatkan dari kegiatan observasi dan wawancara pada tahap sebelumnya yaitu :

1. Menentukan tujuan dan ruang lingkup
2. Mengumpulkan data atau *Life Cycle Inventory (LCI)* mengumpulkan data primer dan data sekunder

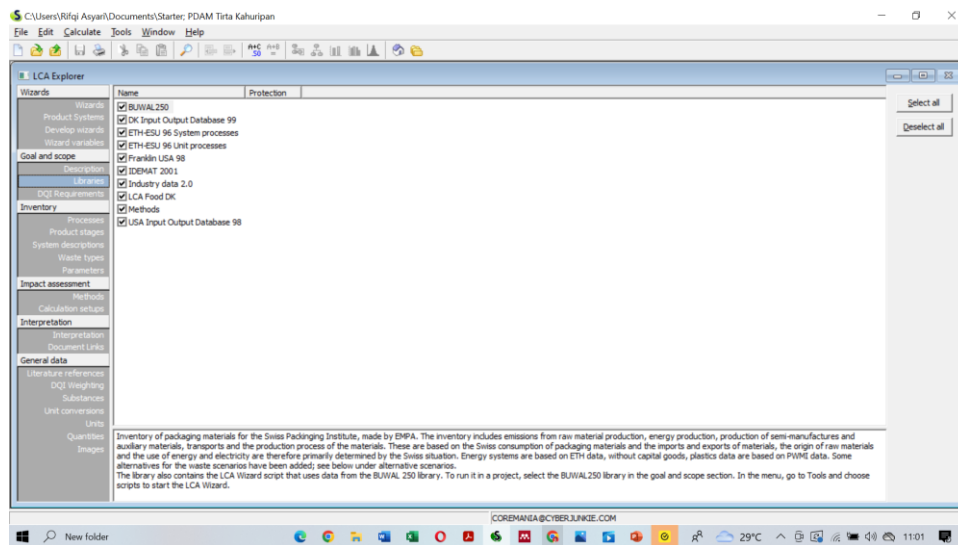
Selanjutnya dilakukan analisis penilaian dampak menggunakan software simapro 7.1. Berikut cara analisis penilaian dampak menggunakan software simapro 7.1 :

- Menentukan sasaran dan ruang lingkup LCA Pada tahap ini, dilakukan penentuan tujuan, ruang lingkup dari LCA.



Gambar 3.5 Penentuan Tujuan

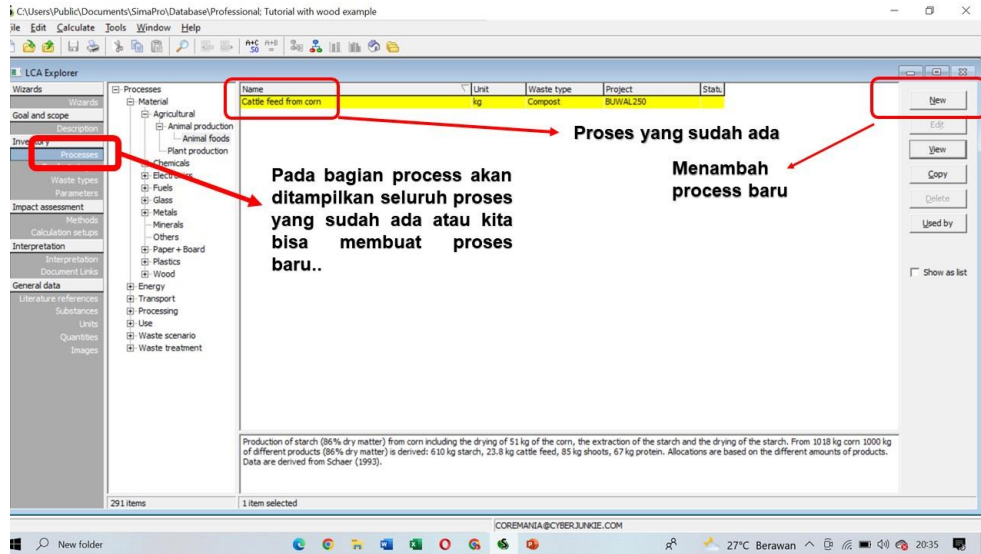
Sumber : Simapro 7.1



Gambar 3.6 Pemilihan database pada libraries

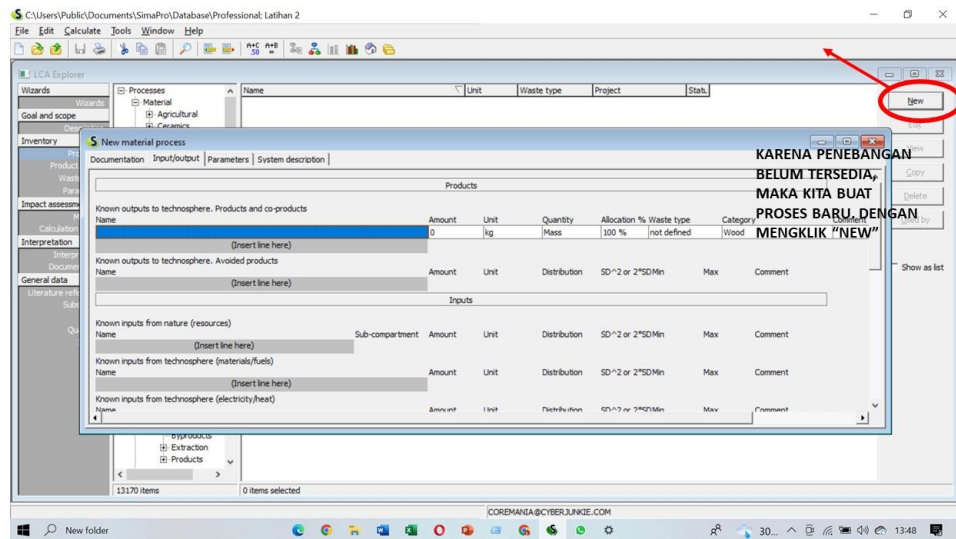
Sumber : Simapro 7.1

#### 4. Perhitungan *Life Cycle Inventory* (LCI)



**Gambar 3.7** Membuat Proses baru

Sumber : Simapro 7.1

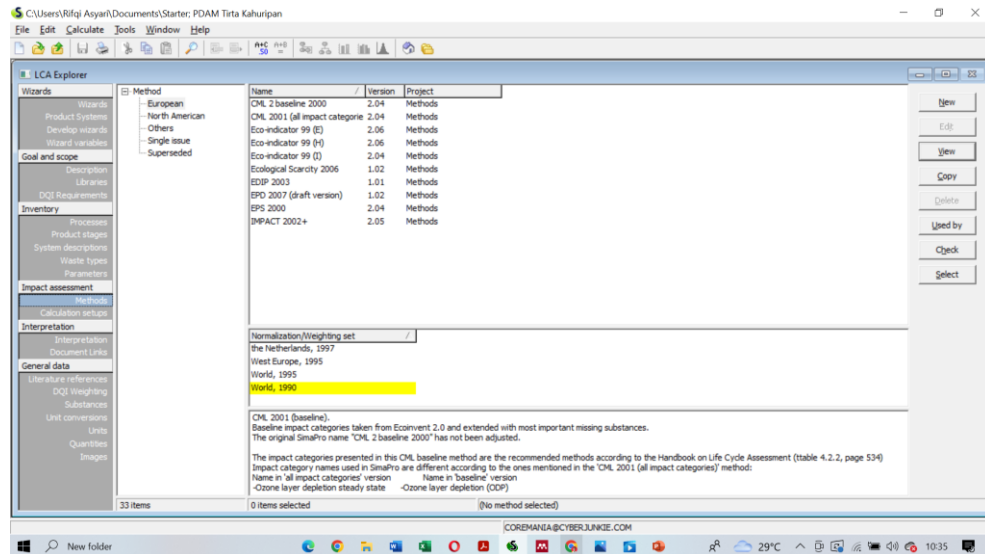


**Gambar 3.8** Memilih *input* dan output pada proses

Sumber : Simapro 7.1

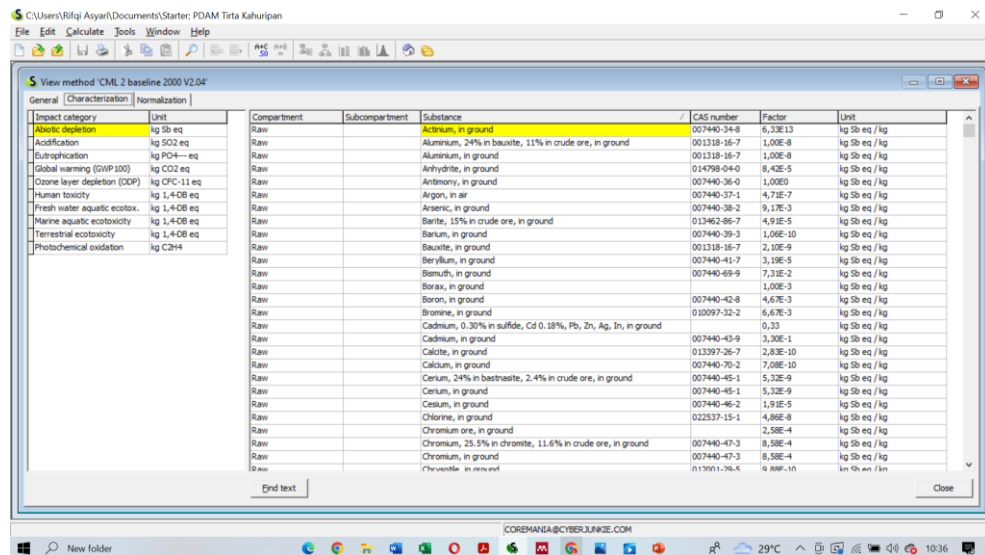


## 5. Melakukan Life Cycle Impact Analysis (LCIA)



**Gambar 3.9** Pemilihan Metode Penilaian Dampak

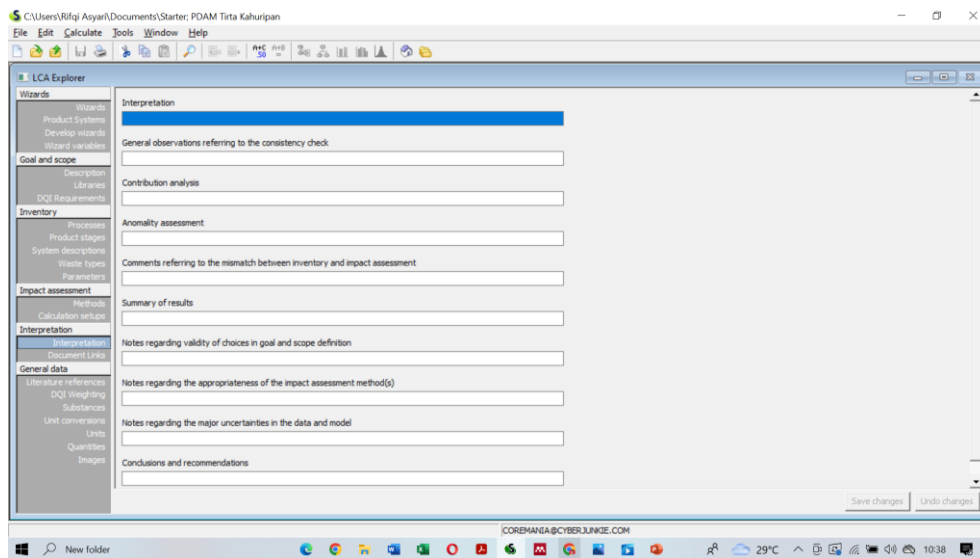
Sumber : Simapro 7.1



**Gambar 3.10** Perhitungan dampak

Sumber : Simapro 7.1

## 6. Melakukan *Life Cycle Interpretation*



**Gambar 3.11** Interpretasi kategori dampak

Sumber : Simapro 7.1

### 3.7.3 Pengendalian Dampak

Setelah mengetahui potensi dampak apa saja yang ditimbulkan dari aktivitas pengolahan air minum di PDAM Tirta Kahuripan Unit Cibungbulang menggunakan software simapro 7.1. Selanjutnya, dilakukan analisis perbaikan yang bisa dilakukan agar bisa mengendalikn dampak yang terjadi. Untuk mengetahui pengendalian dampak yang telah dilakukan oleh pengelola dilakukan wawancara dengan pekerja PDAM Tirta Kahuripan Unit Cibungbulang yaitu yaitu 2 orang Kepala IPAM unit Cibungbulang dan Teknisi Lapangan dengan pertanyaan sebagai berikut :

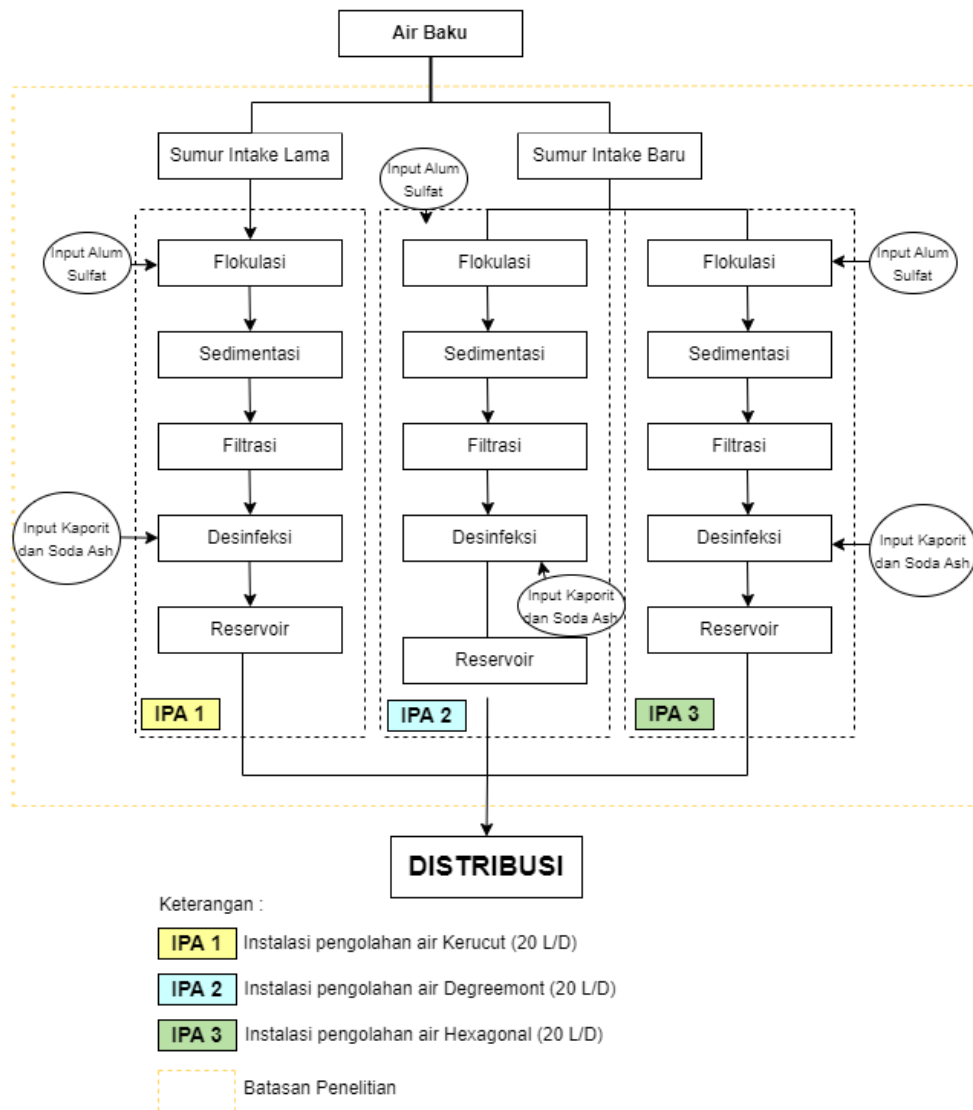
**Tabel 3.4** Pertanyaan Pengendalian Dampak

No	Pertanyaan
1	Perbaikan apa yang telah dilakukan oleh PDAM Tirta Kahuripan untuk mengurangi dampak lingkungan yang terjadi?
2	Upaya apa saja yang dilakukan untuk mengurangi potensi dampak global warming pada, Eutrofikasi, Asidifikasi dan Human Toxicity pada IPAM?
3	Bagaimana peluang penggunaan Energi listrik pada IPAM sebagian di supply dari energi terbarukan (tenaga surya) dan dilakukan pengawasan serta maintenance?
4	Bagaimana proses pemilihan bahan kimia yang di gunakan pada IPAM?
5	Bagaimana peluang penggantian koagulan sintetik dengan koagulan alami pada proses koagulasi?
6	Bagaimana peluang penggantian desinfektan jenis Chlor menjadi Ozon pada proses desinfeksi?
7	Bagaimana siklus penggunaan pompa yang terjadi pada IPAM?

### 3.8 Survei Awal Penelitian

Survei awal penelitian merupakan tahapan pertama yang dilakukan peneliti untuk melakukan penelitian pada Instalasi Pengolahan Air Unit Cibungbulang, Pada tahap ini, peneliti melakukan observasi kegiatan dan proses apa saja yang terjadi selama proses pengolahan air bersih berlangsung. Survei awal penelitian juga bertujuan untuk merumuskan rencana penelitian dan langkah kerja agar sesuai dengan tujuan dan mendapatkan hasil yang diharapkan. Selain itu, dari kegiatan survei awal penelitian peneliti dapat menentukan batasan (*scope*) penelitian.

Hasil dari survey awal penelitian, peneliti membuat diagram alir 3.12 Diagram alir proses IPAM Tirta Kahuripan Unit Cibungbulang dan Batasan Penelitian untuk mengetahui proses yang terjadi pada IPAM tersebut.



**Gambar 3.12** Diagram alir proses IPAM Tirta Kahuripan Unit Cibungbulang dan Batasan Penelitian

Dari hasil survei awal penelitian diketahui bahwa Instalasi Pengolahan Air Tirta Kahuripan Unit Cibungbulang ini memiliki tiga instalasi pengolahan air minum yang berkerja selama 24 jam. Tiga instalasi tersebut yaitu WTP Kerucut, WTP Degreemont, dan WTP Hexagonal. Ketiga WTP tersebut memiliki kapasitas produksi yang sama yaitu 20 Liter/detik. Jadi, keseluruhan IPA unit Cibungbulang ini memiliki kapasitas produksi yang sama yaitu 60 Liter/detik.

Instalasi Pengolahan Air Tirta Kahuripan Unit Cibungbulang ini menggunakan air Sungai Cianten sebagai sumber air baku. Lokasi Sungai Cianten ini terletak di sebelah selatan IPAM. Air baku diambil menggunakan 2 sumur *intake* yang ada di dalam badan air sungai. Selanjutnya, sumur *intake* tersebut akan menglirkan air sungai ke bak penampungan awal. Setelah itu, barulah air baku akan disalurkan pada tiap tiap WTP untuk diolah menjadi air bersih. WTP yang digunakan juga menggunakan unit proses dan bahan kontruksi yang sama yang terbuat dari kontruksi baja yang kuat dan kokoh. Proses pengolahan air bersih yang terjadi pada WTP Kerucut, WTP Degreemont, dan WTP Hexagonal yaitu flokulasi, sedimentasi, filtrasi, desinfeksi, dan reservoir. Setelah itu, barulah air dapat disalurkan kepada pelanggan.

### **3.9 Data Penelitian**

Penelitian ini menggunakan data laporan bulanan IPAM Tirta Kahuripan Unit Cibungbulang pada Bulan Januari 2023. Pada laporan tersebut telah terdata jumlah produksi air bersih yang dihasilkan dan jumlah air bersih yang telah di distribusikan. Selain itu, terdapat juga jumlah penggunaan bahan kimia pada tiap unit pengolahan air bersih. Data penggunaan bahan kimia merupakan hasil penggunaan total bahan kimia dari semua WTP.

Data data penelitian yang dibutuhkan pada penelitian ini yaitu data air produksi yang berisikan data mengenai air baku, air produksi

(sedimentasi), air produksi (filtrasi) dan air produksi (*reservoir*). Selanjutnya, data mengenai jumlah penggunaan bahan kimia yang dibutuhkan. IPAM Tirta Kahuripan ini menggunakan bahan kimia untuk pengolahan air baku seperti alumunium sulfat, kaporit dan soda ash. Penggunaan bahan kimia dihitung penggunaannya setiap hari dan nantinya akan dijumlahkan per satu bulan. Jadi peneliti dapat mengetahui jumlah bahan kimia yang digunakan setiap bulan. Data terakhir yang dibutuhkan yaitu data penggunaan listrik. Untuk mengetahui data penggunaan listrik pada IPAM Tirta Kahuripan dapat dilakukan dengan cara melihat kebutuhan daya listrik setiap pompa yang ada. Setiap proses menggunakan pompa dengan kebutuhan daya listrik yang berbeda. Maka dari itu, peneliti mengelompokkan pompa sesuai dengan unit proses pada IPAM Tirta Kahuripan. Selain pompa, dibutuhkan juga mixer untuk pengadukan bahan kimia. Kebutuhan daya listrik *mixer* juga termasuk kedalam data yang diperlukan dalam penelitian ini.

## **BAB 4**

### **GAMBARAN UMUM PENELITIAN**

#### **4.1 Profil Perusahaan**

PDAM Kabupaten Bogor merupakan Badan Usaha Milik Daerah dalam hal ini adalah Pemerintah Daerah Kabupaten Bogor yang bergerak dalam bidang pengelolaan air bersih. Secara hukum PDAM Kabupaten Bogor dibentuk berdasarkan Peraturan Daerah Kabupaten Bogor Nomor: III/DPRD/Ps.012/III/1981 tanggal 2 Maret 1981. Secara keseluruhan wilayah pelayanan Perusahaan Daerah Air Minum Kabupaten Bogor terbagi dalam 11 cabang pelayanan, diantaranya 4 cabang pelayanan berada di wilayah Kota Depok dan 7 cabang pelayanan berada di wilayah Kabupaten Bogor yang tujuannya untuk memudahkan dalam hal pelayanan air bersih kepada masyarakat. Tiap cabang pelayanan diberi hak otonomi untuk melayani daerah di wilayah kerjanya masing – masing, baik dalam hal pengelolaan pelayanan maupun dalam hal pemeliharaan yang nantinya dilaporkan ke kantor pusat Perusahaan Daerah Air Minum Kabupaten Bogor. Adapun kantor cabang – cabang pelayanannya antara lain :

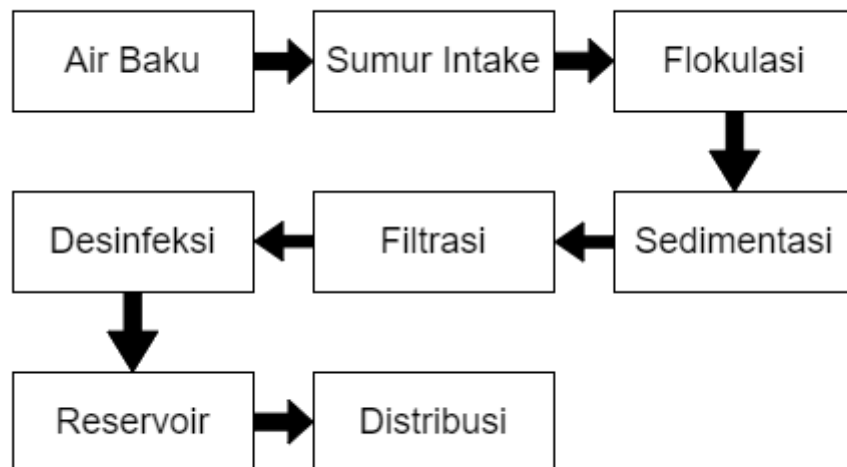
1. Cabang Pelayanan I Depok I Utara, Kota Depok.
2. Cabang Pelayanan II Depok II Tengah, Kota Depok.
3. Cabang Pelayanan III Depok II Timur, Kota Depok.
4. Cabang Pelayanan IV Taman Duta, Kota Depok.
5. Cabang Pelayanan V Leuwiliang, Kabupaten Bogor.
6. Cabang Pelayanan VI Ciomas, Kabupaten Bogor.
7. Cabang Pelayanan VII Kedunghalang, Kabupaten Bogor
8. Cabang Pelayanan VIII Parung Panjang, Kabupaten Bogor.
9. Cabang Pelayanan IX Cileungsi, Kabupaten Bogor.
10. Cabang Pelayanan X Ciawi, Kabupaten Bogor.
11. Cabang Pelayanan XI Cibinong, Kabupaten Bogor.

Pada penelitian ini dilakukan penelitian pada cabang pelayanan V Leuwiliang, yang memiliki instalasi pengolahan Air Minum Unit Cibungbulang.

Instalasi tersebut berperan untuk melayani kebutuhan air di wilayah Cibungbulang, Leuwiliang dan Ciampea. Unit Pengolahan ini beroperasi selama 24 jam dan menggunakan air baku yang berasal dari aliran Sungai Cianten yang terletak di selatan IPAM tersebut.

#### 4.2 Kondisi Eksisting

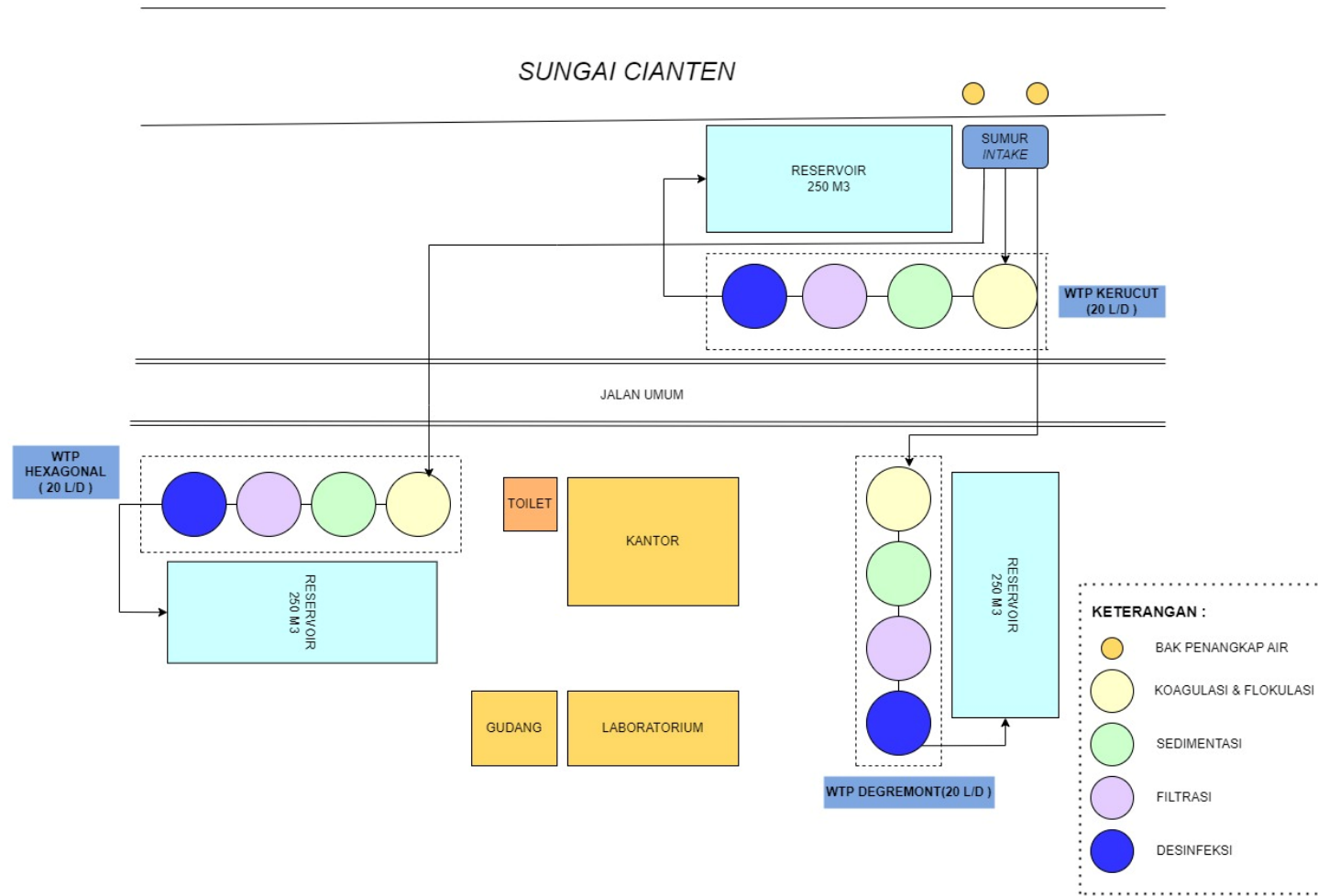
Pengolahan air bersih yang dilakukan oleh Instalasi Pengolahan Air Bersih Unit Cibungbulang memiliki total produksi air bersih sebesar 60 liter/detik. Total produksi tersebut dihasilkan dari tiga IPAM yang ada. Ketiga IPAM tersebut yaitu WTP Kerucut, WTP Hexagonal, dan WTP Degreemont masing masing WTP memiliki kapasitas produksi 20 liter/detik. Pengolahan Air bersih tersebut dilakukan secara terus menerus (*continue*) dan dapat menampung 750 m<sup>3</sup> air bersih. Tahapan pengolahan air bersih yang dilakukan pada instalasi pengolahan air bersih tirta kahuripan unit Cibungbulang yaitu *intake*, flokulasi, sedimentasi, desinfeksi, dan reservoir. Berikut diagram alir proses pengolahan air minum pada instalasi PDAM Tirta Kahuripan Unit Cibungbulang.



**Gambar 4.1** Diagram Alir Pengolahan Air Bersih IPAM Unit Cibungbulang

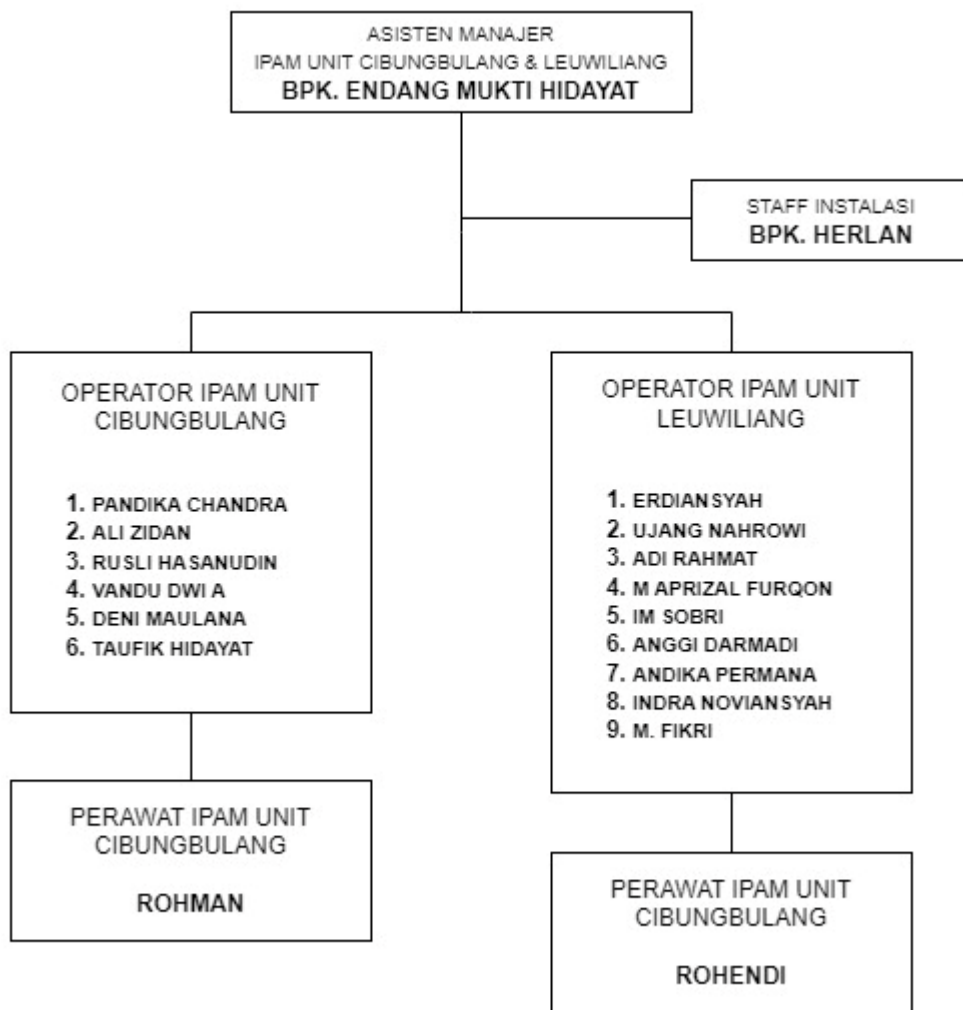
Sumber : Analisa Penulis (2023)





**Gambar 4.2** Denah Lokasi IPAM Tirta Kahuripan Unit Cibungbulang

Sumber : PDAM Tirta Kahuripan unit Cibungbulang (2023)



**Gambar 4.3** Struktur Pekerja IPAM Unit Cibungbulang

Sumber : IPAM Unit Cibungbulang (2023)

**BAB 5**  
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**5.1 Kondisi Eksisting**

Data penelitian ini didapatkan dari laporan bulanan unit produksi instalasi pengolahan air minum unit Cibungbulang pada periode desember 2022 – januari 2023. Dalam laporan tersebut terdapat laporan mengenai jumlah produksi air bersih, jumlah distribusi air bersih, dan juga jumlah penggunaan bahan kimia selama satu bulan. Nilai tersebut dapat dilihat dari tabel 7 dibawah ini.

**Tabel 5.1** Data Laporan Bulan Januari IPAM Unit Cibungbulang

No	Air Produksi	Nilai	
		m <sup>3</sup> /Bulan	L/Detik
1	Air Baku	266.282	99,4
2	Air Produksi (Sedimentsi)	262.852	98,1
3	Air Produksi (Filtrasi)	260.072	97,2
4	Air Produksi (Reservoir)	258.641	96,6
No	Air Distribusi	Nilai	
		m <sup>3</sup> /Bulan	L/Detik
1	Ciampea	131.820	49,2
2	Leuwiliang	67.602	25,2
3	Galuga	59.219	22,1
	Total	258.641	96,6
No	Bahan Kimia	Nilai	
		kg	Dosis Rata Rata (ppm)
1	Alumunium Sulfat	5.725	21,5
2	Kaporit	456	1,75
3	Soda Ash	3050	11,45

Sumber : IPAM Unit Cibungbulang (2023)

Data tersebut selanjutnya akan diolah untuk mendapat data rata rata per hari dan mendapatkan satuan yang sesuai dengan software simapro 7.1. Data ini diperlukan untuk mengetahui besar air baku yang digunakan selama satu bulan dan mengetahui dampak yang ditimbulkan dari penggunaan air baku tersebut. Sedangkan untuk data penggunaan energi listrik dihitung dari besaran kebutuhan

daya listrik tiap pompa yang ada dan waktu penggunaan pompa tersebut. Setelah itu didapatkan jumlah kebutuhan energi listrik pada tiap proses dengan satuan kWh.

**Tabel 5.2** Data Produksi IPAM Unit Cibungbulang

No	Air Produksi	Nilai		
		m3/bulan	m3/hari	liter/hari
1	Air Baku	266.282	8876,1	8876066,667
2	Air Produksi (Sedimentsi)	262.852	8761,7	8761733,333
3	Air Produksi (Filtrasi)	260.072	8669,1	8669066,667
4	Air Produksi (Reservoir)	258.641	8621,4	8621366,667

Sumber: IPAM Unit Cibungbulang (2023)

Selain data jumlah produksi, pada laporan tersebut juga terdapat jumlah penggunaan bahan kimia yang digunakan pada proses pengolahan air bersih. Setiap bahan kimia yang digunakan perhari dicatat dan dijumlahkan setiap bulannya. Nilai penggunaan bahan kimia dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 5.3** Data Penggunaan Bahan Kimia IPAM Unit Cibungbulang

No	Bahan Kimia	Nilai		
		kg/bulan	kg/hari	g/hari
1	Asam Sulfat	5725	190,8	190833,33
2	Soda Ash	3050	101,7	101666,67
3	Kaporit	465	15,5	15500,00

Sumber: IPAM Unit Cibungbulang (2023)

Data lain yang dibutuhkan pada penelitian kali ini yaitu data penggunaan energi listrik. Pada laporan bulanan tersebut tidak terdapat laporan mengenai penggunaan energi listrik per unit, akan tetapi pada laporan tersebut penggunaan energi listrik yang secara keseluruhan dari aktivitas yang terjadi pada IPAM tersebut. Sedangkan, pada penelitian ini, dibutuhkan data penggunaan energi listrik dari setiap unit pengolahan air bersih. Maka dari itu, untuk mendapattkam data penggunaan energi listrik di setiap unit pengolahan, maka dapat di tentukan berdasarkan jumlah pompa, jam penggunaan pompa, dan kebutuhan energi listrik pompa tersebut. Data tersebut diperoleh berdasar hasil observasi penulis dan juga

hasil wawancara penulis dengan operator IPAM Tirta Kahuripan Unit Cibungbulang. Berikut data penggunaan energi listrik pada setiap unit IPAM.

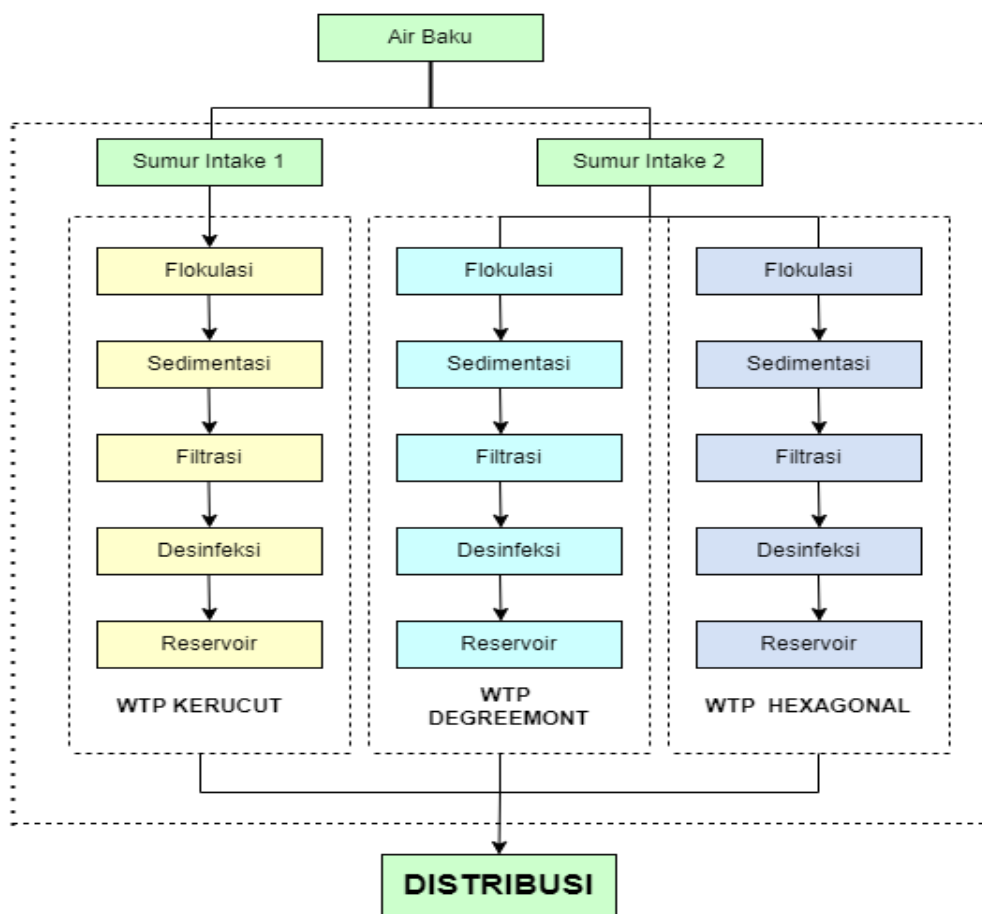
**Tabel 5.4** Data Perhitungan Penggunaan Energi Listrik

No	unit	Watt	Waktu	jumlah	watt/jam	Kwh/hari	Kwh/bulan
1	Pompa <i>Intake</i>	550	12	5	33000	33	990
2	Pompa flokulasi	550	24	3	39600	39,6	1188
3	Pompa Sedimentasi	350	24	3	25200	25,2	756
4	Pompa Filtrasi	250	24	3	18000	18	540
5	Pompa Desinfeksi	250	24	3	18000	18	540
5	Mixer Desinfeksi	500	6	3	9000	9	270
6	Pompa Ke Reservoir	750	24	3	54000	54	1620

Sumber: IPAM Unit Cibungbulang (2023)

Seluruh data yang telah diolah kemudian di jumlah kan per unit proses, yang nilai kebutuhan energi listrik dan kimia dari setiap unit proses di masukan ke dalam software simapro 7.1 untuk kemudian dilakukan analisis nilai dampak lingkungan yang di dihasilkan di setiap unit proses. Hal tersebut dilakukan dikarenakan sesuai dengan tujuan penelitian yaitu mengetahui dampak lingkungan dari setiap unit proses pada Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) Tirta Kahuripan Unit Cibungbulang.

Instalasi Pengolahan Air PDAM Tirta Kahuripan Unit Cibungbulang terletak di Jl. Raya Leuwiliang, No. 19, Leuwimekar, Kec. Leuwiliang, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. IPAM ini merupakan bagian dari Cabang Pelayanan V Leuwiliang, Kabupaten Bogor yang berperan untuk memenuhi kebutuhan air untuk wilayah Cibungbulang, leuwiliang dan ciampea. Instalasi Pengolahan Air minum ini dapat menampung 750 m<sup>3</sup> air bersih dengan produksi 60 l/detik. Lokasi IPAM ini bersebelahan dengan Sungai Cianten yang menjadi sumber air baku dari IPAM ini.



**Gambar 5.1** Diagram Alir Pengolahan Air IPAM unit Cibungbulang

Sumber: Analisa Penulis (2023)

Pada IPAM Unit Cibungbulang terdapat tiga unit IPAM (WTP) yang masing masing memiliki kemampuan produksi 20 L/detik. WTP tersebut memiliki komponen unit yang sama, hanya memiliki perbedaan bentuk saja. Ketiga WTP tersebut diberi nama WTP Kerucut, WTP Hexagonal, dan WTP Degreemont.

Berikut merupakan diagram alir proses pengolahan air bersih pada IPAM Tirta Kahuripan Unit Cibungbulang.

Proses pengolahan air bersih yang terjadi pada IPAM Tirta Kahuripan Unit Cibungbulang ini Proses pengolahan dimulai dari air memasuki sumur *intake*, kemudian dialirkan ke proses flokulasi untuk tahap pembentukan flok yang lebih besar, Setelah itu kemudian di bak sedimentasi terjadi pengendapan flok. Proses filtrasi dilakukan setelah proses sedimentasi yang bertujuan untuk membersihkan flok yang masih terdapat dalam air. Tahapan terakhir dari proses pengolahan ini adalah desinfeksi yaitu penambahan bahan kimia seperti soda ash, dan kaporit sebelum dialirkan ke reservoir.

#### 5.1.1 Sumur *Intake*

Pada IPAM Tirta Kahuripan Unit Cibungbulang memiliki 2 sumur *intake* yang masig berfungsi. Sumur *Intake* yang berfungsi sebagai bangunan penyedap air baku untuk unit pengolahan. *Intake* ini di bangun di samping tepi Sungai Cianten dan dibangun dengan tipe *river intake*. Selain memiliki 2 Sumur *intake*, IPAM ini juga memiliki 2 Bak penangkap air sungai yang rutin dibersihkan setiap sore agar alirannya tidak tersumbat lumpur atau sampah dari sungai



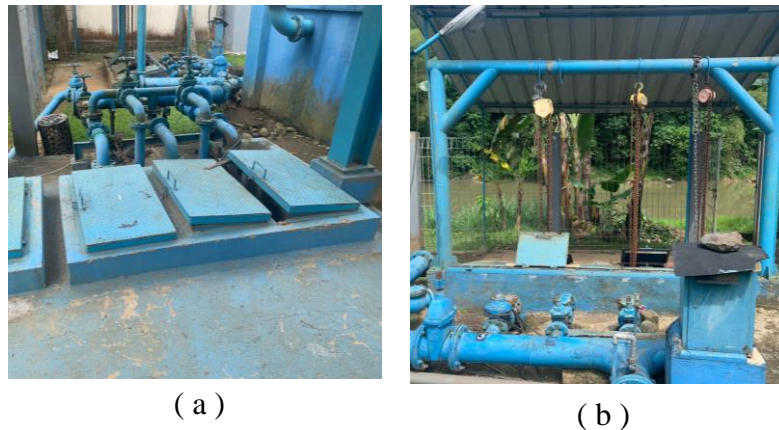
( a )



( b )

**Gambar 5.2** (a) Bak Penangkap Air Sungai Lama, (b) Bak Penangkap Air Sungai Baru

Sumber : Dokumentasi Peneliti (2023)



**Gambar 5.3** (a) Sumur Intake 1 dan (b) Sumur Intake 2

Sumber : Dokumentasi Peneliti (2023)

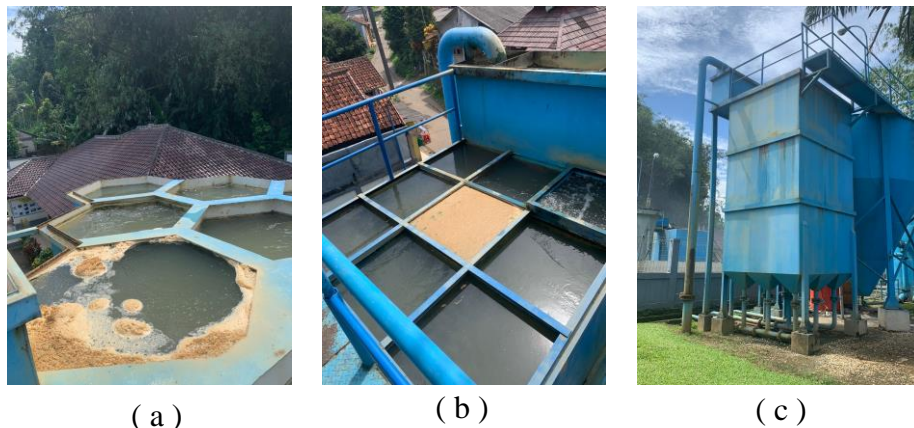
Kedua sumur *intake* ini memiliki peran yang berbeda, Sumur *intake* 1 berperan mengalirkan air baku untuk diolah pada WTP hexagonal, Sedangkan untuk Sumur *Intake* 2 berperan mengalirkan air baku untuk diolah pada WTP Kerucut dan Degreemont. Kedua sumur *intake* ini menggunakan 5 Pompa yang digunakan untuk mengalirkan air ke proses selanjutnya. Kelima pompa tersebut digunakan bergantian, dan biasanya digunakan dalam waktu 12 jam. Adapun kebutuhan energi listrik, tidak dapat dilihat secara langsung karena pompa terletak dibawah. Akan tetapi, menurut Tukiman et al., (2013), Spesifikasi kebutuhan energi listrik pompa untuk pada sumur *intake* yaitu sebesar 550 Watt. Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 18/PRT/M/2007 Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum *intake* ini sudah sesuai dengan peraturan yang ketentuan yang berlaku karena terdapat dengan bendung adalah saringan sampah, inlet, bangunan sumur, bendung, pintu bilas dan merupakan jenis *intake* bebas karena air permukaan mengalir secara bebas ke bak/sumuran penampung.

#### 5.1.2 Koagulasi & Flokulasi

Koagulasi merupakan proses penambahan sejumlah zat kimia kedalam air yang dapat menyebabkan terjadinya destabilisasi partikel muatan koloid dan partikel tersuspensi. Sedangkan, Flokulasi merupakan



pengadukan lambat untuk menggabungkan partikel-partikel koloid yang telah terdestabilisasi menjadi flok-flok yang dapat diendapkan pada unit pengolahan berikutnya dengan cepat. Flok yang ada akan mengapung diatas permukaan air. Pada IPAM Tirta Kahuripan Unit Cibungbulang ini, memiliki unit koagulasi & flokulasi yang digabung dengan jenis yang sama yaitu menggunakan sistem hidrolis dengan memanfaatkan beda elevasi pada setiap blok. Perbedaanya, hanya pada WTP Kerucut unit flokulasi terpisah dari unit lainnya, sedangkan pada WTP Hexagonal dan Degremont unit saling terhubung.



**Gambar 5.4** Unit Koagulasi dan Flokulasi (a). WTP Hexagonal, (b). WTP Degremont, (c). WTP Kerucut.

Sumber : Dokumentasi Peneliti (2023)

Ketiga unit Koagulasi & flokulasi pada IPAM unit Cibungbulang ini menggunakan bahan alumunium sulfat sebagai koagulan dan menggunakan 3 pompa yang membutuhkan energi listrik 550 watt dan dioperasikan selama 24 jam. Tawas/aluminium sulfat adalah bahan kimia yang sering digunakan orang untuk proses penjernihan air. Fungsi tawas/aluminium sulfat adalah sebagai bahan penggumpal padatan-padatan yang terlarut di dalam air. Tawas/aluminium sulfat mempunyai rumus kimia ( $Al_2(SO_4)_3$ ). Aluminium dalam tawas adalah ion logam berat yang toksik dan kebanyakan masuk ke dalam tubuh manusia bersama

dengan makanan. Pada usus ion logam tersebut diserap ke dalam darah, dan akan terikat sekitar 90% pada eritrosit dan sisanya berada dalam plasma. Ion aluminium tersebut terdistribusi ke seluruh jaringan dan berikatan dengan protein pengikat logam (metalotionein) karena logam tersebut mempunyai kecenderungan untuk berikatan dengan gugus sulfidrilnya (Fitri, 2013). Air akan selalu mengalir pada unit flokulasi dan flok akan mengapung diatas permukaan air. Untuk mengambil sisa flok pada unit flokulasi ini, dilakukan pembersihan setiap 3 hari sekali. Sedangkan flok yang mengendap, akan disaring pada unit sedimentasi. Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 18/PRT/M/2007 Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum telah sesuai karena proses pembubuh bahan kimia dilakukan berdasarkan debit pengolahan air, dosis hasil percobaan dan perhitungan.

### 5.1.3 Sedimentasi

Unit sedimentasi berfungsi untuk mengendapkan flokulen yang terbentuk akibat adanya penambahan koagulan pada proses koagulasi dan flokulasi. Pada PDAM Tirta Kahuripan unit Cibungbulang memiliki tiga unit sedimentasi yang menggunakan metode yang sama yaitu menggunakan *tube settler* atau *lamella* yang berfungsi untuk untuk memisahkan partikel yang tercampur di dalam air.



**Gambar 5.5** Unit Sedimentasi (a). WTP Kerucut, (b). WTP Degreemont, (c). WTP Hexagonal.

Sumber: Dokumentasi Peneliti (2023)

Proses pengolahan air baku yang terjadi pada unit sedimentasi adalah air dipompa melalui pipa kemudian jatuh melimpah melewati plat yang dilengkapi dengan pipa *diffuser* pada ruang flokulasi. Air masuk ke ruang lumpur yang terletak pada bagian dasar *clarifier* dilengkapi pipa pembuangan lumpur, keluar melewati saluran kemudian air bergerak ke atas menuju *tube settler*. *Tube settler* berfungsi untuk meningkatkan efisiensi pengendapan dari bangunan *clarifier*. Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 18/PRT/M/2007 Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum unit sedimentasi ini telah sesuai dengan ketentuan karena terdiri dari *plate Settler/Tube Settler* dan terdapat sistem pembuang lumpur. Kualitas air di bak sedimentasi, pemeliharaannya meliputi kualitas air baku dari outlet sedimentasi selalu dipantau sesuai manual.

#### 5.1.4 Filtrasi

Filtrasi merupakan proses pemisahan padatan yang masih terkandung di dalam air melalui media penyaringan atau bahan berpori yang berfungsi untuk memisahkan air dari koloid dan juga dapat mengurangi kandungan bakteri, bau, rasa, atau bahan kimia lainnya.



### 5.1.5 Desinfeksi

Desinfeksi adalah proses untuk membunuh bakteri, protozoa, dan virus dengan kuantitas desinfektan yang kecil dan tidak beracun bagi manusia menggunakan bahan kimia.



**Gambar 5.7** Unit Desinfeksi (a) Tangki Input Bahan Kimia (b) Tangki Mixer

Sumber: Dokumentasi Peneliti (2023)

Pada IPAM Tirta Kahuripan Unit Cibungbulang ini terdapat tiga unit desinfeksi yang menggunakan bahan kimia soda ash (*Sodium carbonate*) dan kaporit (*Calcium hypochlorite*). Soda ash digunakan untuk menaikkan pH pada air. Sedangkan, kaporit digunakan untuk membunuh bakteri dan virus dalam air. Desinfeksi dilakukan menggunakan pompa untuk mengalirkan larutan bahan kimia ke unit IPAM dan mixer untuk mengaduk larutan agar tercampur dengan rata. Pemberian bahan kimia disesuaikan dengan hasil uji jartest yang telah dilakukan sebelumnya. Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 18/PRT/M/2007 Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum unit desinfeksi ini sudah sesuai karena pembubuh bahan kimia dilakukan berdasarkan debit pengolahan air, dosis hasil percobaan dan perhitungan. Selain itu, Alat yang digunakan juga tersedia di pasaran dengan dosis pelarut/pencampur berdasarkan debit pengolahan air, dosis hasil percobaan dan perhitungan.

### 5.1.6 Reservoir

Reservoir berfungsi sebagai penampung air hasil olahan karena debit air olahan yang tetap sedangkan debit kebutuhan air yang fluktuasi. Air yang sudah ada direservoir merupakan air hasil olahan yang baku mutunya telah sesuai untuk didistribusikan pada pelanggan.



**Gambar 5.8** Reservoir

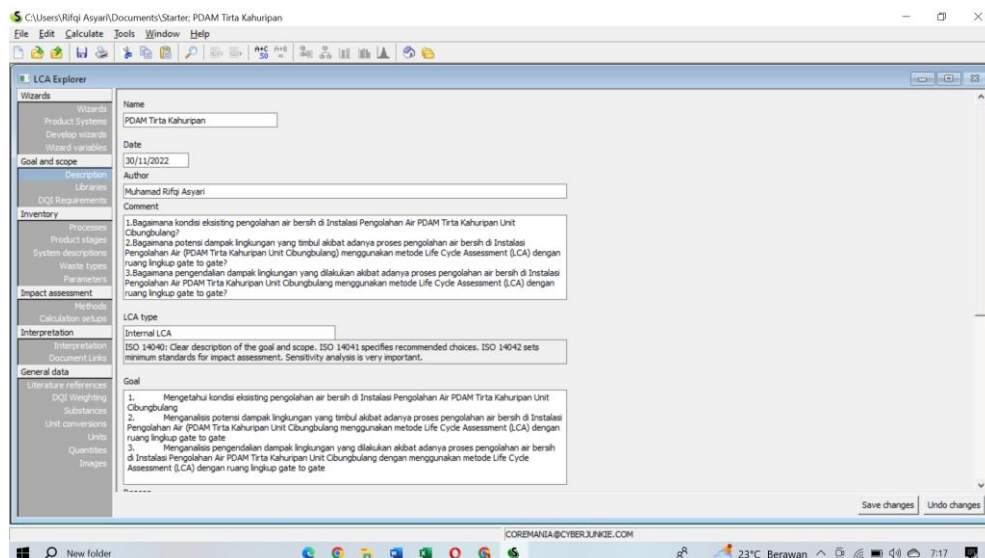
Sumber: Dokumentasi Peneliti (2023)

Pada IPAM Tirta Kahuripan Unit Cibungbulang ini terdapat 3 unit reservoir yang masing masing memiliki kapasitas 250 m<sup>3</sup>, jadi total air yang dapat ditampung pada IPAM Tirta Kahuripan Unit Cibungbulang yaitu 750 m<sup>3</sup> dan Unit reservoir dibangun di bawah permukaan tanah atau *ground reservoir*. Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 18/PRT/M/2007 Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum unit reservoir ini sudah sesuai bangunan reservoir penampung air minum karena terbuat dari konstruksi beton tulang dengan usia pakai diatas 30 tahun. Biasanya terletak dilokasi atau dekat unit Pengolah Air Minum. Jika terjadi kerusakan hanya bisa diakibatkan karena ada gempa, tanah longsor, banjir, ataupun bocor karena umur pakai.

## 5.2 Analisis Life Cycle Assessment

### 5.2.1 Goal and Scope

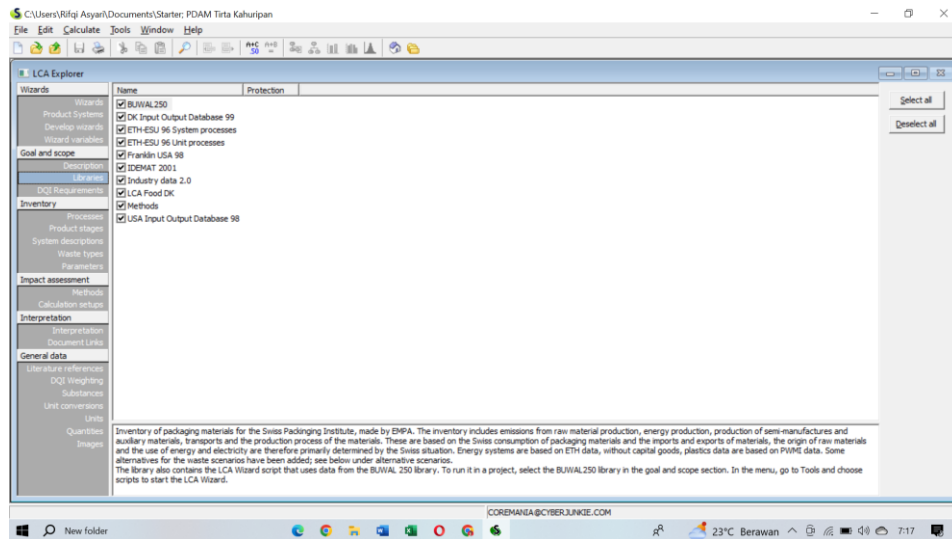
Tahap pertama yaitu menentukan tujuan dan ruang lingkup dari sebuah penelitian. Selain untuk mengetahui kondisi eksisting proses pengolahan air, tujuan dari penelitian yaitu untuk mengidentifikasi potensi serta menganalisis faktor penyebab dari dampak lingkungan pada proses pengolahan air. Ruang lingkup yang digunakan sebagai batasan subjek pada penelitian adalah *gate to gate*, yang artinya subjek penelitian adalah unit proses pengolahan air mulai dari *water intake* hingga reservoir. Penentuan tujuan di software Simapro dapat dilihat pada Gambar 5.9.



Gambar 5.9 Penentuan Goal and Scope

Sumber : Hasil Analisis (2023)

Selain itu, pada tahap *goal and scope* juga ditentukan basis data yang akan digunakan untuk penelitian ini. Pada penelitian, menggunakan seluruh basis data yang tersedia pada *software* SimaPro 7.1 yaitu BUWAL 250, DK Input Output Database 99, ETH ESU 96 System processes, ETH ESU 96 Unit Processes, Franklin USA 98, IDEMAT 1001, LCA Food DK, Methods, dan USA Input Output Database 98. Sedangkan, untuk metode penilaian dampak akan menggunakan CML-IA Baseline.



**Gambar 5.10** Penggunaan Database

Sumber : Hasil Analisis (2023)

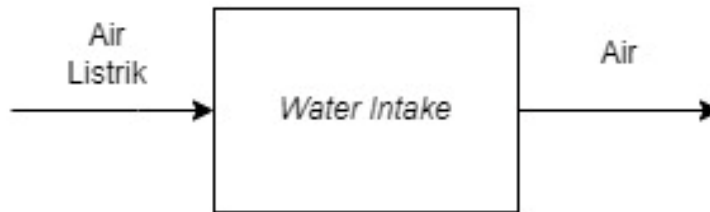
### 5.2.2 Life Cycle Inventory (LCI)

*Tahap life cycle inventory* merupakan tahap pengumpulan data yang selanjutnya akan diinput ke software Simapro, kemudian Simapro akan menganalisis dampak lingkungan akibat adanya proses pengolahan air melalui data yang diinput tersebut. Data yang diinput ke Simapro merupakan data yang berasal dari data laporan bulanan PDAM Cibungbubulang pada bulan Desember 2022 – Januari 2023 yang kemudian dirata-ratakan. Data yang diinput tersebut meliputi data bahan baku yang digunakan, bahan kimia yang dibutuhkan serta data energi yang diperlukan.

#### a) Water Intake

Sumber air yang berasal dari sungai akan di pompa untuk disalurkan ke sumur intake. Pada Gambar 5.11 merupakan diagram alir yang terjadi pada unit ini yaitu membutuhkan input listrik sebagai energi untuk menggerakkan pompa dan juga membutuhkan input air sebagai bahan baku utama proses pengolahan air. Data yang digunakan merupakan data hasil perhitungan dengan waktu per satu bulan produksi.





**Gambar 5.11** Diagram Alir *Water Intake*

Sumber: Hasil Analisis 2023

**Tabel 5.5** *Life Cycle Inventory Water Intake*

Material	Jumlah	Satuan
	<b>Input</b>	
Air Sungai	266.282	m <sup>3</sup>
Listrik	990	Kwh
	<b>Output</b>	
Air	266.282	m <sup>3</sup>

Sumber : PDAM Tirta Kahuripan unit Cibungbulang (2023)

Air baku yang berasal dari air sungai juga memiliki kandungan bahan kimia yang berasal dari aktivitas warga di sekitar sungai. Menurut Budiyanto (2014), Air sungai memiliki kandungan selenium. Selenium yang masuk dalam pengolahan air berasal dari air baku yang digunakan yaitu air sungai, air sungai dapat mengandung selenium dari berbagai kegiatan khususnya kegiatan pertambangan. Sumber utama debu selenium yang masuk ke dalam perairan yaitu batu bara yang dihasilkan dari kegiatan penggalian dan pencucian.

b) Koagulasi & Flokulasi

Koagulasi merupakan proses pengadukan cepat yang dilakukan dengan penambahan zat kimia untuk mengikat molekul lainnya didalam air. Sedangkan, Flokulasi merupakan proses pengadukan lambat untuk mempercepat laju tumbukkan antar partikel, sehingga partikel akan semakin membesar dan akan lebih mudah mengendap saat memasuki unit sedimentasi. Pada Gambar 5.12 merupakan diagram alir flokulasi

PDAM Unit Cibungbulang, sedangkan untuk Tabel 12 adalah tabel *life cycle inventory* pada koagulasi dan flokulasi.



**Gambar 5.12** Diagram Alir Flokulasi

Sumber: PDAM Tirta Kahuripan unit Cibungbulang (2023)

**Tabel 5.6** *Life Cycle Inventory* Flokulasi dan Koagulasi

Material	Jumlah	Satuan
	<b>Input</b>	
Air	266.282	m <sup>3</sup>
Listrik	1188	Kwh
Alum Sulfat	5725	kg
	<b>Output</b>	
Air	266.282	m <sup>3</sup>

Sumber : PDAM Tirta Kahuripan unit Cibungbulang (2023)

c) Sedimentasi

Unit sedimentasi berfungsi untuk mengendapkan flokulen yang terbentuk akibat adanya penambahan koagulan pada proses koagulasi dan flokulasi.



**Gambar 5.13** Diagram Alir Unit Sedimentasi

Sumber : Hasil Analisis

**Tabel 5.7** *Life Cycle Inventory* Sedimentasi

Material	Jumlah	Satuan
	<b>Input</b>	
Air	262.862	m <sup>3</sup>
Listrik	756	Kwh
	<b>Output</b>	
Air	262.862	m <sup>3</sup>

Sumber : PDAM Tirta Kahuripan unit Cibungbulang (2023)

d) Filtrasi

Filtrasi merupakan proses penyaringan dengan menggunakan media saring seperti pasir dan media penyangga seperti kerikil atau gravel.



**Gambar 5.14** Diagram Alir Filtrasi

Sumber : Analisis Penulis (2023)

**Tabel 5.8** *Life Cycle Inventory* Filtrasi

Material	Jumlah	Satuan
	<b>Input</b>	
Air	260.072	m <sup>3</sup>
Listrik	540	Kwh
	<b>Output</b>	
Air	260.072	m <sup>3</sup>

Sumber : PDAM Tirta Kahuripan unit Cibungbulang (2023)

e) Desinfeksi

Desinfeksi adalah proses untuk membunuh bakteri, protozoa, dan virus dengan kuantitas desinfektan yang kecil dan tidak beracun bagi manusia menggunakan bahan kimia. Bahan kimia yang digunakan pada proses ini yaitu soda ash (*Sodium carbonate*) dan kaporit (*Calcium hypochlorite*).



**Gambar 5.15** Diagram Alir Desinfeksi

Sumber : Analisa Penulis (2023)

**Tabel 5.9** *Life Cycle Inventory* Desinfeksi

Material	Jumlah	Satuan
	<b>Input</b>	
Air	260.072	m <sup>3</sup>
Listrik (Pompa dan mixer)	810	Kwh
Kaporit	465	Kg
Soda Ash	3050	Kg
	<b>Output</b>	
Air	258.441	m <sup>3</sup>

Sumber : PDAM Tirta Kahuripan unit Cibungbulang (2023)

f) Reservoir

Reservoir merupakan bangunan terakhir dalam proses pengolahan air sebelum air didistribusikan ke pelanggan, sehingga reservoir diperlukan untuk menyimpan air bersih yang sudah siap didistribusikan.



**Gambar 5.16** Diagram Alir Reservoir

Sumber : Analisa Penulis (2023)

**Tabel 5.10** *Life Cycle Inventory* Reservoir

Material	Jumlah	Satuan
	<b>Input</b>	
Air	258.641	m <sup>3</sup>
Listrik	1620	Kwh
	<b>Output</b>	

Material	Jumlah	Satuan
Air	258.641	m <sup>3</sup>

Sumber : PDAM Tirta Kahuripan unit Cibungbulang (2023)

### 5.2.3 *Life Cycle Impact Assasament (LCIA)*

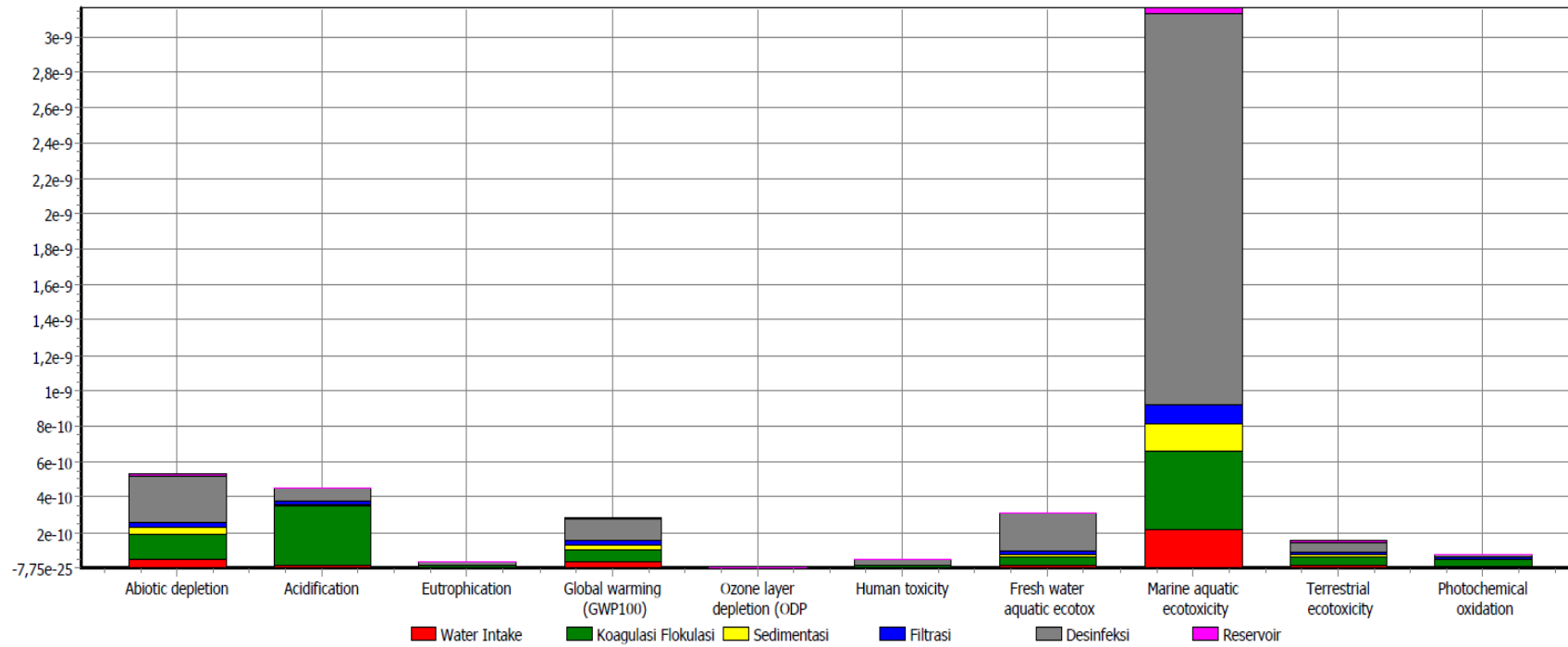
Tahap selanjutnya setelah melakukan tahapan *Life Cycle Inventory* adalah melakukan tahap *Life Cycle Impact Assessment*. Pada tahap penilaian dampak (*Life Cycle Impact Assessment*) dilakukan penentuan dampak setelah dilakukan penginput nilai pada proses *Life Cycle Inventory* (LCI). Metode penilaian dampak yang digunakan adalah Metode CML-IA *Baseline*. Metode CML-IA *Baseline* melewati dua tahap yaitu *characterization* dan *normalization*. Metode CML adalah metodologi dari *Centre of Environmental Science Leiden University impact Assessment* (CML) di Univeristas Leiden dan berfokus pada berbagai kategori dampak Lingkungan (GaBi, 2010). Metode CML-IA *Baseline* termasuk dalam *midpoint categories* yang merupakan kategori dampak lingkungan langsung dan merupakan kategori dampak utama di Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 1 Tahun 2021 tentang Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (Darpawanto et al., 2022).

Data *Life Cycle Inventory* (LCI) yang terkumpul dimasukkan ke dalam *software* SimaPro 7.1 untuk menilai dampak lingkungan dari produk yang diteliti. Pada *software* SimaPro produk didefinisikan dalam bentuk diagram alir yang berisikan *input* bahan baku material, energi, dan bahan baku penolong serta *input* berupa air bersih. Berdasarkan gambar 5.17 Grafik Hasil *Life Cycle Impact Assasment* yang diperoleh dari *software* SimaPro 7.1 dapat dilihat bahwa dampak lingkungan terbesar yang dihasilkan dari aktivitas IPAM Tirta Kahuripan Unit Cibungbulang yaitu *Marine Aquatic Ecotoxicity*, *Abiotic Depletion*, *Acidification*, *Global Warming Potential*, dan *Freshwater Aquatic Ecotoxicity*.

Sesuai dengan Permen LHK 01/2021 kategori dampak yang wajib dikaji adalah *Global Warming Potential*, Potensi penipisan Ozon, Potensi

Hujan Asam, Potensi Eutrofikasi, Penggunaan energi (*Cumulative Energy Demand*). Sedangkan dampak selain tersebut di atas, penambahan kategori dampak disesuaikan dengan, karakteristik operasional perusahaan (KLHK, 2021). Dikarenakan perusahaan tidak memiliki karakteristik khusus kategori dampak yang dikaji maka penelitian ini akan mengkaji lima kategori dampak yang paling besar yang dihasilkan dari proses pengolahan air bersih tersebut.

Pada metode penilaian *life cycle assessment (LCA)*, ada 2 jenis kategori dampak yang digunakan yaitu kategori dampak *midpoint* dan kategori dampak *endpoint*. Kategori dampak *midpoint* adalah kategori yang digunakan untuk mengukur dampak lingkungan secara langsung dari sumber daya dan emisi yang dihasilkan selama siklus hidup produk atau layanan pada suatu indikator lingkungan tertentu, seperti kualitas udara atau air. Sedangkan, kategori dampak *endpoint* yaitu kategori yang digunakan untuk mengukur dampak dari suatu sumber daya dan emisi pada suatu indikator lingkungan yang lebih luas, seperti Kesehatan manusia atau keseimbangan ekosistem (Sofyan,2023)



Analyzing 1 p 'Pengolahan Air Bersih'; Method: CML 2 baseline 2000 V2.04 / World, 1995 / normalization

**Gambar 5.17** Grafik Hasil *Life Cycle Impact Assessment*

Sumber: Software Simapro 7.1

a) *Marine Aquatic Ecotoxicity*

*Marine Aquatic Ecotoxicity* merupakan dampak lingkungan yang disebabkan oleh bahan kimia dapat dilepaskan ke lingkungan yang terjadi selama semua tahap siklus hidup produk, layanan, dan sistem. Inventarisasi emisi dari produk yang berbeda dapat mengandung ratusan bahan kimia, yang banyak di antaranya berpotensi menyebabkan dampak ekotoksik pada ekosistem perairan dan darat, yang menyebabkan kerusakan kualitas ekosistem. Berdasarkan Gambar 5.17 Grafik Hasil *Life Cycle Impact Assessment* dapat diketahui bahwa *Marine Aquatic Ecotoxicity* menjadi dampak lingkungan yang paling tinggi yang dihasilkan dari proses pengolahan air bersih dengan total nilai  $3,16 \times 10^{-9}$  kg 1,4 DB eq. Nilai *Marine Aquatic Ecotoxicity* dapat dilihat pada tabel 17.

**Tabel 5.11** Nilai *Marine Aquatic Ecotoxicity*

Unit Proses	Nilai <i>Marine Aquatic Ecotoxicity</i> (kg 1,4 DB eq)	Persentase
<i>Water Intake</i>	$2,12 \times 10^{-10}$	7%
Koagulasi dan Flokulasi	$4,42 \times 10^{-10}$	14%
Sedimentasi	$1,55 \times 10^{-10}$	5%
Filtrasi	$1,16 \times 10^{-10}$	4%
Desinfeksi	$2,2 \times 10^{-9}$	70%
Reservoir	$3,47 \times 10^{-11}$	1%
<b>Total</b>	<b><math>3,16 \times 10^{-9}</math></b>	100%

Sumber: Software Simapro 7.1



b) *Abiotic Depletion*

*Abiotic Depletion* merupakan nilai penipisan sumber daya tak hidup (abiotik) seperti bahan bakar fosil, mineral, tanah liat, dan gambut yang berpotensi terjadi akibat adanya proses pengolahan air bersih. Penipisan abiotik diukur dalam kilogram setara Antimon (Sb). Berdasarkan Gambar 5.17 Grafik Hasil *Life Cycle Impact Assessment* dapat diketahui bahwa *Abiotic Depletion* menjadi dampak lingkungan paling tinggi kedua yang dihasilkan dari proses pengolahan air bersih dengan total nilai  $5,33 \times 10^{-10}$  kg Sb eq. Nilai *Abiotic Depletion* pada tiap unit proses IPAM dapat dilihat pada tabel 18

**Tabel 5.12** Nilai *Abiotic Depletion* (kg Sb eq)

<b>Unit Proses</b>	<b>Nilai <i>Abiotic Depletion</i> (kg Sb eq)</b>	<b>Persentase</b>
<i>Water Intake</i>	$5,41 \times 10^{-11}$	10%
Koagulasi dan Flokulasi	$1,37 \times 10^{-10}$	26%
Sedimentasi	$3,97 \times 10^{-11}$	7%
Filtrasi	$2,95 \times 10^{-11}$	6%
Desinfeksi	$2,64 \times 10^{-10}$	50%
Reservoir	$8,86 \times 10^{-12}$	2%
<b>Total</b>	<b><math>5,33 \times 10^{-10}</math></b>	100%

Sumber: Software Simapro 7.1

c) *Acidification*

*Acidification* merupakan dampak lingkungan yang dapat menyebabkan hujan asam ataupun polusi air. Hujan asam memiliki beberapa kerugian seperti dapat mengikis bangunan dan menurunkan kualitas air. Unit yang digunakan pada kategori dampak ini dalam kg SO<sub>2</sub>-eq ke udara. Gas yang menimbulkan *acid deposition* seperti

amonia (NH<sub>3</sub>), nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>) dan sulfur oksida (SO<sub>x</sub>). Indikator dampak asidifikasi adalah peningkatan gas asam yang ada di lingkungan air dan tanah. Hal yang diperhatikan yaitu potensi oksidasi dari nitrogen dan sulfur.

**Tabel 5.13** Nilai *Acidification* (kg SO<sub>2</sub> eq)

<b>Unit Proses</b>	<b>Nilai <i>Acidification</i> (kg SO<sub>2</sub> eq)</b>	<b>Persentase</b>
<i>Water Intake</i>	1,99 x 10 <sup>-11</sup>	4%
Koagulasi dan Flokulasi	3,28 x 10 <sup>-10</sup>	72%
Sedimentasi	1,38 x 10 <sup>-11</sup>	3%
Filtrasi	1,14 x 10 <sup>-11</sup>	3%
Desinfeksi	7,68 x 10 <sup>-11</sup>	17%
Reservoir	3,07 x 10 <sup>-12</sup>	1%
<b>Total</b>	<b>4,53 x 10<sup>-10</sup></b>	<b>100%</b>

Sumber: Software Simapro 7.1

Gambar 5.17 Grafik Hasil *Life Cycle Impact Assessment* dapat diketahui bahwa *Acidification* menjadi dampak lingkungan paling tinggi ketiga yang dihasilkan dari proses pengolahan air bersih dengan total nilai 4,53 X 10<sup>-10</sup> kg Sb eq. Nilai *Acidification* pada tiap unit proses IPAM dapat dilihat pada tabel 19.

d) *Global Warming Potential*

*Global Warming Potential* merupakan kategori dampak lingkungan yang berpotensi terhadap peningkatan perubahan suhu global yang di sebabkan oleh adanya pelepasan gas rumah kaca oleh aktivitas manusia. Hal tersebut menyebabkan gangguan iklim, penggurunan, naik turunnya air laut dan penyebaran penyakit. Pada

intinya, *Global warming potetial* membahas mengenai efek pada suhu di atmosfer yang mulai meningkat.

Gambar 5.17 Grafik Hasil *Life Cycle Impact Assasment* dapat diketahui bahwa *Global Warming Potential* menjadi dampak lingkungan paling tinggi keempat yang dihasilkan dari proses pengolahan air bersih dengan total nilai  $2,81 \times 10^{-10}$  kg CO<sub>2</sub> eq. Nilai *Global Warming Potential* pada tiap unit proses IPAM dapat dilihat pada tabel 20.

**Tabel 5.14** Nilai *Global Warming Potential* (kg CO<sub>2</sub> eq)

Unit Proses	Nilai GWP (kg CO <sub>2</sub> eq)	Persentase
<i>Water Intake</i>	$3,73 \times 10^{-11}$	13%
Koagulasi dan Flokulasi	$6,9 \times 10^{-11}$	25%
Sedimentasi	$1,89 \times 10^{-11}$	7%
Filtrasi	$2,56 \times 10^{-11}$	9%
Desinfeksi	$1,26 \times 10^{-11}$	45%
Reservoir	$4,21 \times 10^{-12}$	1%
<b>Total</b>	<b><math>2,81 \times 10^{-10}</math></b>	100%

Sumber : Software Simapro 7.1

e) *Freshwater Aquatic Ecotoxicity*

*Freshwater Aquatic Ecotoxicity* adalah dampak emisi zat beracun ke udara, air, dan tanah terhadap air tawar dan ekosistem. USES-LCA dapat digunakan untuk menghitung potensi ekotoksitasnya dengan menggambarkan kadar, paparan, dan efek dari zat beracun tersebut. Gambar 5.17 Grafik Hasil *Life Cycle Impact Assasment* dapat diketahui bahwa *Freshwater Aquatic Ecotoxicity* menjadi dampak lingkungan paling tinggi kelima yang dihasilkan dari proses pengolahan air bersih dengan total nilai  $3,07 \times 10^{-10}$  kg 1,4 DB

eq. Nilai *Freshwater Aquatic Ecotoxicity* pada tiap unit proses IPAM dapat dilihat pada tabel 21.

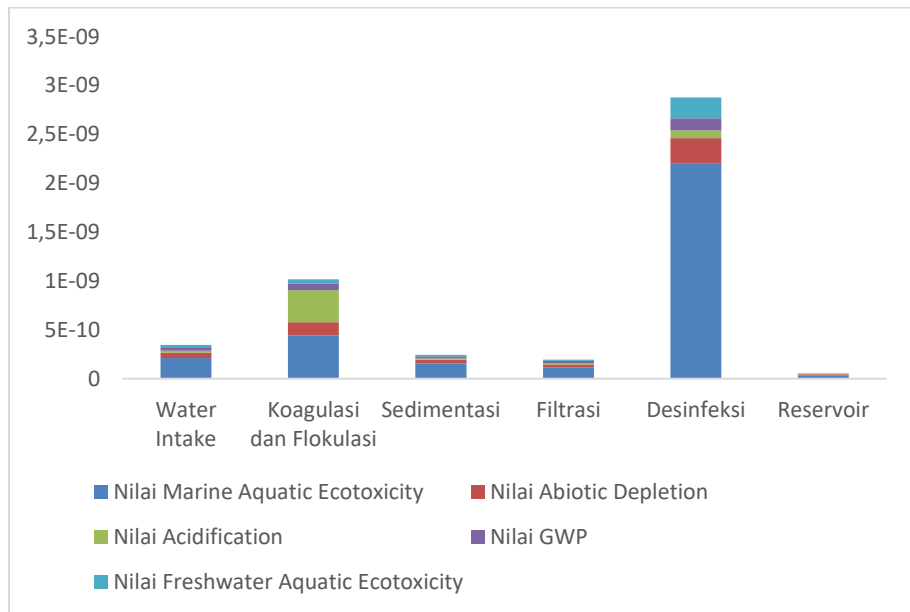
**Tabel 5.15** Nilai *Freshwater Aquatic Ecotoxicity* (kg 1,4 DB eq)

<b>Unit Proses</b>	<b>Nilai <i>Freshwater Aquatic Ecotoxicity</i> (kg 1,4 DB eq)</b>	<b>Persentase</b>
<i>Water Intake</i>	$2,12 \times 10^{-11}$	7%
Koagulasi dan Flokulasi	$4,21 \times 10^{-11}$	13%
Sedimentasi	$1,56 \times 10^{-11}$	5%
Filtrasi	$1,16 \times 10^{-11}$	4%
Desinfeksi	$2,13 \times 10^{-10}$	70%
Reservoir	$3,48 \times 10^{-12}$	1%
<b>Total</b>	<b><math>3,07 \times 10^{-10}</math></b>	100%

Sumber : Software Simapro 7.1

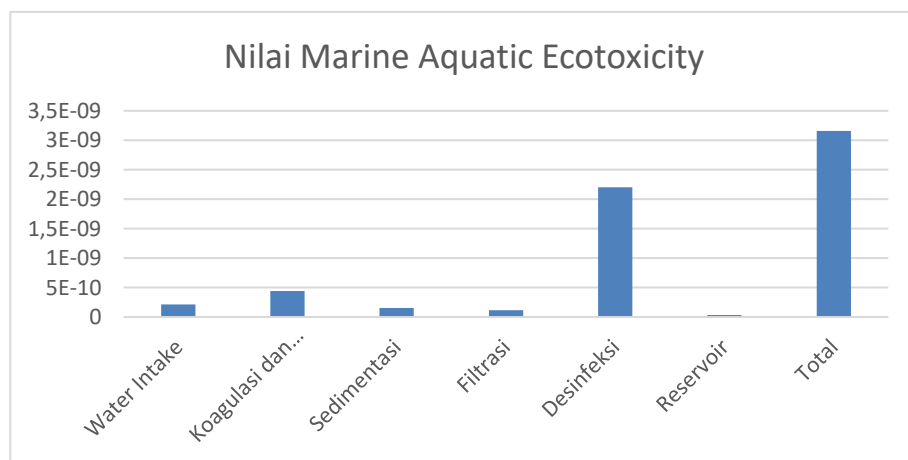
#### 5.2.4 Interpretasi Data

Interpretasi merupakan integrasi dari hasil *life cycle inventory* dan *life cycle impact assessment* yang kemudian digunakan untuk mengkaji, menarik kesimpulan dan rekomendasi yang konsisten dengan tujuan dan lingkup yang telah diformulasikan. Berdasarkan hasil simapro 7.1 terlihat bahwa pada proses desinfeksi merupakan proses IPAM yang menyebabkan dampak lingkungan paling tinggi sedangkan kategori dampak lingkungan paling besar yaitu *Marine Aquatic Ecotoxicity* dengan total nilai  $3,16 \times 10^{-9}$  kg 1,4 DB eq.



**Gambar 5.18** Grafik Nilai *Life Cycle Impact Assessment*

Sumber : Analisa Penulis (2023)

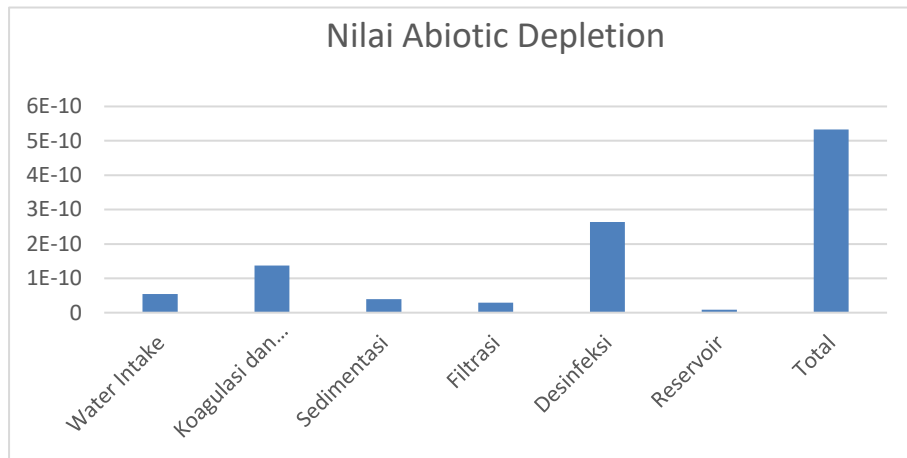


**Gambar 5.19** Nilai *Marine Aquatic Ecotoxicity*

Sumber : Analisa Penulis (2023)

*Marine Aquatic Ecotoxicity* terjadi karena adanya penggunaan bahan kimia yang digunakan pada proses pengolahan air minum. Distribusi dan transformasi bahan kimia di lingkungan, faktor paparan berkaitan dengan massa kimia terlarut total di lingkungan, faktor efek ekotoksitas dapat berpotensi mengakibatkan efek ekotoksitas per unit

massa kimia terlarut di lingkungan, dan faktor kerusakan akhirnya menghubungkan efek potensial kerusakan pada kualitas ekosistem. Pada proses pengolahan air minum ini *Marine Aquatic Ecotoxicity* mendapatkan nilai *life cycle impact analysis* sebesar  $3,16 \times 10^{-9}$  kg 1,4 DB eq. Proses desinfeksi menjadi unit proses dengan angka tertinggi yaitu  $2,2 \times 10^{-9}$  kg 1,4 DB eq. Hal tersebut disebabkan karena pada proses desinfeksi menggunakan bahan kimia kaporit dan soda ash untuk penjernihan air dan peningkatan pH. Penggunaan kaporit dan soda ash memang bisa membunuh bakteri pada air. Akan tetapi, karena chlorine pada kaporit sangat bersifat korosif terhadap sebagian besar logam – logam dan mudah bergabung hampir dengan semua unsur-unsur dan merupakan oksidator yang kuat, sehingga hampir semua barang-barang bisa dirusak oleh klor kecuali barang-barang yang terbuat dari bahan-bahan gelas, plastik dan ebonite, maka wadah untuk menyimpan kaporit harus dibuat dari bahan ini. Kaporit berupa bubuk dan bersifat higroskopis, karena itu menyimpan kaporit harus ditutup rapat (Ali, 2010). Selanjutnya yaitu, proses Koagulasi dan flokulasi dengan nilai  $4,42 \times 10^{-10}$  kg 1,4 DB eq. Sama halnya dengan proses desinfeksi pada proses ini juga menggunakan bahan kimia aluminium sulfat yang digunakan untuk mengikat bakteri atau flok yang terdapat pada air. Flok tersebut nantinya akan mengendap dan menjadi lumpur. Lumpur pada proses tersebut termasuk kedalam limbah B3 karena Kandungan dalam lumpur tersebut terdeteksi mengandung aluminium akibat dari penggunaan aluminium sulfat/tawas pada proses pengolahan air bersih dengan adanya kandungan logam aluminium di dalam lumpur ini tergolong sebagai limbah bahan berbahaya beracun sehingga diperkirakan dapat menimbulkan dampak terhadap lingkungan. Pada proses lainnya seperti *water intake* dengan nilai  $2,12 \times 10^{-10}$  kg 1,4 DB eq. Sedimentasi  $1,55 \times 10^{-10}$  kg 1,4 DB eq, Filtrasi  $1,16 \times 10^{-10}$  kg 1,4 DB eq, dan reservoir  $3,47 \times 10^{-11}$  kg 1,4 DB eq. Nilai ketiga proses tersebut tidak terlalu signifikan karena tidak menggunakan bahan kimia apapun, hanya mendapatkan sisa bahan kimia dari proses sebelumnya.

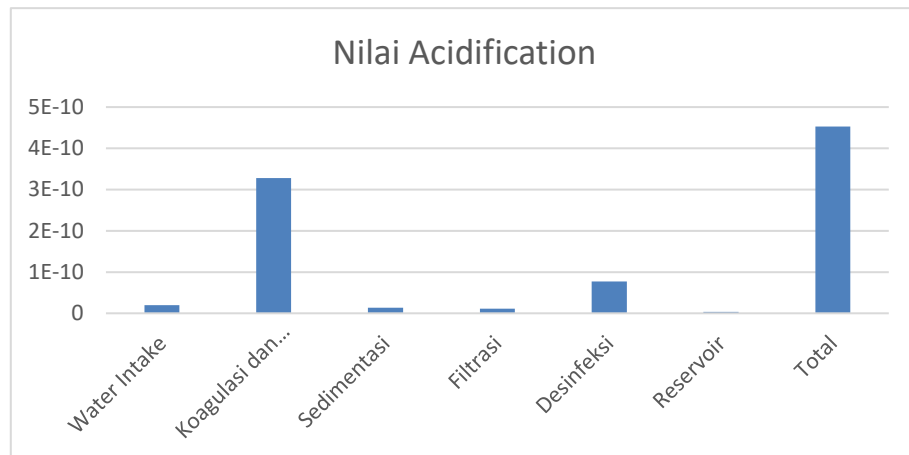


**Gambar 5.20** Nilai *Abiotic Depletion*

Sumber : Analisa Penulis (2023)

Dampak tertinggi kedua yaitu *abiotic depletion* dengan total nilai *life cycle impact assessment* sebesar  $5,33 \times 10^{-10}$  kg Sb eq. *abiotic depletion* atau penipisan sumber daya tidak terbarukan merupakan kategori dampak lingkungan yang disebabkan oleh penggunaan sumber daya abiotik menjadi energi listrik. Sumber daya abiotik meliputi semua bahan baku mentah non biotik, yaitu semua bahan mentah yang tidak berasal dari organisme hidup seperti bahan bakar fosil, bijih dan bahan baku mineral lainnya, mineral konstruksi seperti pasir, kerikil, dan batu, serta mineral industri seperti pasir silika dan kalium. Pada proses pengolahan air minum ini kategori dampak *abiotic depletion* berasal dari penggunaan energi listrik untuk kebutuhan pompa dan mixer. Proses desinfeksi menjadi unit proses dengan nilai abiotic depletion tertinggi sebesar  $2,64 \times 10^{-10}$  kg Sb eq. Hal tersebut diakibatkan oleh penggunaan tiga mixer dengan kebutuhan daya sebesar 500 watt untuk mengaduk bahan kimia dan tiga pompa dengan kebutuhan daya sebesar 250 watt. Selanjutnya, yaitu proses koagulasi dan flokulasi  $1,37 \times 10^{-10}$  kg Sb eq yang berasal dari penggunaan 3 pompa besar dengan kebutuhan daya 350 watt.

Proses lainnya seperti *water intake* dengan nilai  $5,41 \times 10^{-11}$  kg Sb eq. Sedimentasi  $3,97 \times 10^{-11}$  kg 1,4 DB eq, Filtrasi  $2,95 \times 10^{-11}$  kg 1,4 DB eq, dan reservoir  $8,86 \times 10^{-12}$  kg 1,4 DB eq. Nilai ketiga proses tersebut tidak terlalu signifikan karena hanya menggunakan energi listrik yang sedikit.



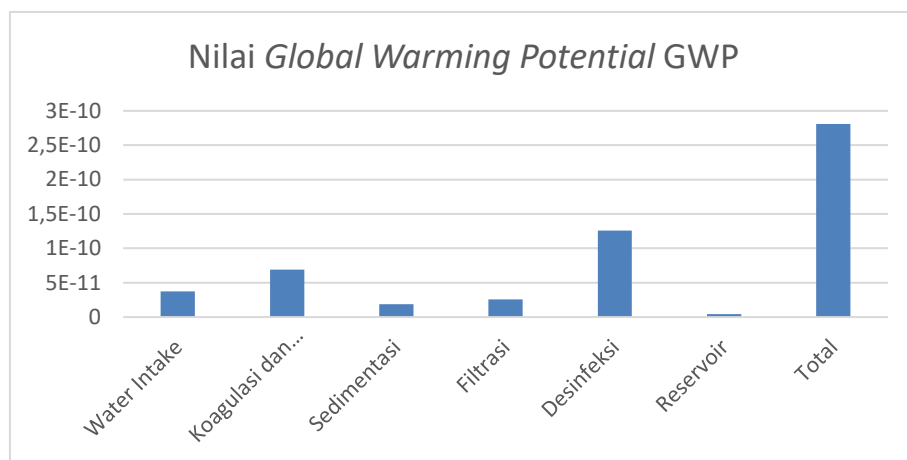
**Gambar 5.21** Nilai Acidification

Sumber : Analisa Penulis (2023)

Kategori dampak tertinggi ketiga yaitu *acidification*. *Acidification* ini juga merupakan kategori dampak yang disebabkan oleh penggunaan energi listrik karena sebagian besar produksi listrik di Indonesia masih menggunakan bahan bakar fosil. Gas  $SO_2$  merupakan salah satu limbah gas yang timbul akibat kegiatan pembangkit listrik tenaga fosil. Gas  $SO_2$  berasal dari hasil pembakaran bahan bakar fosil maupun pembangkit listrik yang akan naik ke atmosfer dan bereaksi dengan oksigen di udara dan berubah menjadi  $SO_3$ . Gas  $SO_3$  tersebut akan bereaksi juga dengan air di udara. Maka, terbentuklah air hujan yang bersifat asam atau  $H_2SO_4$ . Hujan dapat menyebabkan turunnya pH tanah, air, rawa dan sebagainya yang lebih jauh akan menyebabkan rusaknya beberapa jenis tanaman dan matinya beberapa jenis biota air. Terbentuknya asam sulfat juga menyebabkan korosi pada logam, bangunan, seperti bangunan dari semen, batu-batuan candi, menara dan sebagainya dan tekstil. Total nilai dampak *acidification* yaitu sebesar  $4,53 \times 10^{-10}$  kg Sb eq. Unit proses penghasil



dampak *acidification* tertinggi yaitu terjadi pada proses koagulasi dan flokulasi dengan total nilai  $3,28 \times 10^{-10}$  kg Sb eq. Hal tersebut terjadi karena pada proses koagulasi dan flokulasi menggunakan energi listrik sebesar 1188 Kwh. Selanjutnya yaitu proses desinfeksi dengan total nilai  $7,68 \times 10^{-11}$  kg Sb eq. Dilanjutkan dengan proses *water intake*  $1,99 \times 10^{-11}$  kg Sb eq, Sedimentasi  $1,38 \times 10^{-11}$  kg Sb eq, Filtrasi  $1,14 \times 10^{-11}$  kg Sb eq dan reservoir  $3,07 \times 10^{-12}$  kg Sb eq.

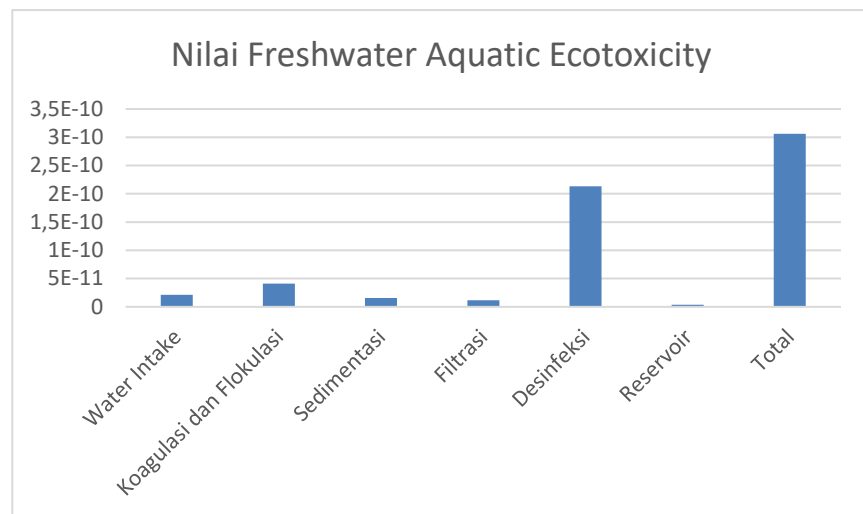


**Gambar 5.22** Nilai *Global Warming Potential* (GWP)

Sumber : Analisa Penulis (2023)

Kategori dampak tertinggi keempat selanjutnya yaitu, *Global Warming Potential* (GWP). Dampak lingkungan yang ditimbulkan disebabkan dari penggunaan listrik untuk operasional mesin dan pompa. Penggunaan natural gas atau listrik yang menyebabkan dampak global warming adalah *carbon dioxide* hasil pembakaran bahan bakar fosil, seperti batu bara, minyak bumi, dan gas bumi. Pada proses pengolahan air minum di unit Cibungbulang *Global Warming Potential* (GWP) memiliki total nilai dampak lingkungan sebesar  $2,81 \times 10^{-10}$  kg CO<sub>2</sub> eq. Sama halnya dengan dampak lingkungan *abiotic depletion* dan *acidification global warming potential* (GWP) juga merupakan dampak lingkungan yang disebabkan oleh akibat penggunaan energi listrik. Pada proses pengolahan

air ini dampak GWP tertinggi dihasil pada unit desinfeksi  $1,26 \times 10^{-10}$  kg CO<sub>2</sub> eq. Selajutnya, unit koagulasi dan flokulasi  $6,9 \times 10^{-11}$  kg CO<sub>2</sub> eq, unit filtrasi  $2,56 \times 10^{-11}$  kg CO<sub>2</sub> eq, unit 3,73 x 10<sup>-11</sup> kg CO<sub>2</sub> eq, Sedimentasi  $1,89 \times 10^{-11}$  kg CO<sub>2</sub> eq dan reservoir  $4,21 \times 10^{-12}$  kg CO<sub>2</sub> eq.



**Gambar 5.23** Nilai *Freshwater Aquatic Ecotoxicity*

Sumber : Analisa Penulis (2023)

*Freshwater Aquatic Ecotoxicity* merupakan kategori dampak tertinggi kelima yang dihasilkan dari proses pengolahan air minum pada IPAM Tirta Kahuripan Unit Cibungbulang. *Freshwater Aquatic Ecotoxicity* merupakan dampak emisi zat beracun ke udara, air, dan tanah terhadap air tawar dan ekosistem. Total nilai dampak *Freshwater Aquatic Ecotoxicity* ini yaitu sebesar  $3,07 \times 10^{-10}$  kg 1,4 DB eq. Kategori dampak ini diakibatkan oleh penggunaan katalis molydenum pada proses produksi pupuk urea. Sehingga perlu adanya manajemen dalam pengelolaan penggunaan katalis pada setiap proses produksinya (Annisaa, 2022). Proses desinfeksi menjadi unit proses dengan angka tertinggi yaitu  $2,213 \times 10^{-10}$  kg 1,4 DB eq . Hal tersebut disebabkan karena pada proses desinfeksi menggunakan bahan kimia kaporit dan soda ash untuk

penjernihan air dan peningkatan pH. Selanjutnya yaitu, proses Koagulasi dan flokulasi dengan nilai  $4,21 \times 10^{-11}$  kg 1,4 DB eq. Pada proses ini juga menggunakan bahan kimia yaitu alumunium sulfat yang digunakan untuk mengikat flok. Proses selanjutnya yaitu *water intake*  $2,12 \times 10^{-11}$  kg 1,4 DB eq Sedimentasi  $1,56 \times 10^{-11}$  kg 1,4 DB eq , Filtrasi  $1,16 \times 10^{-11}$  kg 1,4 DB eq, dan reservoir  $3,48 \times 10^{-12}$  kg 1,4 DB eq.

Berdasarkan gambar Gambar 5.18 Grafik Nilai *Life Cycle Impact Assasment* dapat diketahui bahwa proses desinfeksi merupakan *hotspot* penyebab dampak lingkungan tertinggi yang terjadi pada proses instalasi pengolahan air minum Tirta Kahuripan unit Cibungbulang. Hal tersebut dikarenakan pada proses desinfeksi menggunakan energi listrik dan bahan kimia yang cukup besar. Proses desinfeksi membutuhkan energi listrik sebesar 810 kWh per bulan yang digunakan untuk pompa dan mixer bahan kimia. Besarnya daya listrik yang dibutuhkan disebabkan karena waktu penggunaan dan jumlah pompa yang digunakan. Sedangkan bahan kimia yang digunakan pada proses desinfeksi adalah kaporit dan soda ash. Besarnya jumlah bahan kimia yang digunakan dilihat dari hasil uji jartest yang dilakukan sebelum proses desinfeksi dilakukan. Dalam satu bulan instalasi pengolahan air minum Tirta Kahuripan unit Cibungbulang menggunakan bahan kimia kaporit sebesar 465 kg dan soda ash 3050 kg.

### 5.3 Analisis Perbaikan

Berdasarkan hasil *life cycle impact assessment* dan hasil wawancara dengan pekerja dan staff IPAM unit Cibungbulang, dapat dilakukan rekomendasi perbaikan untuk mengurangi dan menanggulangi dampak lingkungan agar tidak berkepanjangan dan merusak alam. Analisis perbaikan dilakukan sesuai dengan penyebab dampak lingkungan yang dihasilkan dari aktivitas pengolahan air pada IPAM unit Cibungbulang yaitu :

No	Penggunaan Energi Listrik	Penggunaan Bahan Kimia
1	Melakukan pergantian pompa dengan kebutuhan energi listrik lebih rendah dan waktu penggunaan yang teratur.	Melakukan penggantian metode pada unit desinfeksi dengan mengganti disinfektan konvensional seperti senyawa khlor (khlorin) atau kaporit yang umum digunakan untuk pengolahan air minum, menjadi desinfeksi menggunakan ozon.
2	Mengurangi dampak global warming akibat penggunaan energi listrik pada IPAM sebagian di supply dari energi terbarukan (tenaga surya) dan dilakukan pengawasan serta maintenance. Energi surya dikonversi menjadi energi listrik dengan menggunakan panel surya ( <i>solar cell</i> )	Melakukan perhitungan kembali terhadap dosis koagulan yang digunakan, melakukan uji jartest setiap hari agar jumlah yang digunakan menjadi lebih sedikit hal tersebut dapat mengurangi dosis koagulan yang digunakan yang menghasilkan residu yang berbahaya bagi Kesehatan.

a) Penggunaan Energi Listrik

Hasil penilaian dampak lingkungan, penggunaan energi listrik pada IPAM unit Cibungbulang dapat dapat menyebabkan kategori dampak lingkungan seperti *abiotic depletion* dan *global warming potential (GWP)*. Berdasarkan hasil wawancara upaya yang telah dilakukan oleh Asisten Manager IPAM unit Cibungbulang ini belum ada perbaikan skala besar untuk mengurangi dampak lingkungan dikarenakan belum adanya penilaiam dampak lingkungan sebelumnya. Selain itu, Adapun upaya yang telah dilakukan untuk mengurangi dampak lingkungan yaitu dengan

menggunakan energi surya untuk kebutuhan penerangan di area IPAM unit Cibungbulang. Adapun upaya untuk penggunaan energi listrik tenaga surya sebagai energi utama dalam pengolahan air minum belum direncanakan.

Rekomendasi perbaikan yaitu untuk mengurangi dampak *global warming* akibat penggunaan listrik pada IPAM maka dapat penggunaan energi listrik sebagian di *supply* dari energi terbarukan (tenaga surya) dan dilakukan pengawasan serta maintenance. Energi surya dikonversi menjadi energi listrik dengan menggunakan panel surya (*solar cell*). Solar Panel sebagai komponen penting pembangkit listrik tenaga surya, mengubah sinar matahari menjadi tenaga listrik (Utami, 2019). Jika hal tersebut terlalu membutuhkan biaya cukup besar, maka bisa dilakukan upaya perbaikan yaitu dengan pergantian pompa dengan kebutuhan energi listrik lebih rendah dan waktu penggunaan yang teratur. Hal tersebut dapat mengurangi kebutuhan energi listrik pada IPAM unit Cibungbulang.

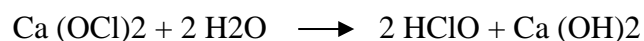
#### b) Penggunaan bahan kimia

Penggunaan bahan kimia yang digunakan untuk pengolahan air bersih dapat menimbulkan kategori dampak yaitu pada kategori dampak *Marine Aquatic Ecotoxicity*, *acidification* dan *Freshwater Aquatic Ecotoxicity*. Kategori dampak tersebut disebabkan oleh penggunaan bahan kimia juga merupakan prosedur yang telah ditetapkan oleh perusahaan yang tidak dapat diubah, tanpa adanya perintah atau penelitian terlebih dahulu. Untuk itu, Berdasarkan hasil wawancara dengan Asisten Manager IPAM unit Cibungbulang upaya yang dilakukan untuk pengurangan dampak lingkungan akibat penggunaan bahan kimia yaitu dengan memberikan dosis bahan kimia secara tepat sesuai uji jarrest yang telah dilakukan. Bapak Endang Mukti Hidayat mengungkapkan bahan kimia yang tersedia merupakan kiriman dari Kantor Pusat dan tidak bisa diubah atau diganti tanpa perizinan dan persetujuan. Maka dari itu, peluang perubahan penggantian desinfektan kaporit dan soda ash menjadi ozon pada proses desinfeksi dan penggantian koagulan sintetik dengan koagulan alami pada

proses koagulasi sulit dilakukan untuk upaya pengurangan dampak lingkungan. Selain itu, upaya lainnya yang telah dilakukan yaitu limbah lumpur sisa pada proses sedimentasi itu olah terlebih dulu sebelum dibuang ke aliran sungai.

Usulan perbaikan dalam menggunakan bahan kimia yaitu dapat dilakukan pembatasan kadar bahan kimia yang digunakan atau dengan cara melakukan pergantian metode pada desinfeksi menjadi ozonisasi karena dibandingkan dengan disinfektan konvensional seperti senyawa khlor (khlorin) atau kaporit yang umum digunakan untuk pengolahan air minum, ozon mempunyai beberapa kelebihan. Khlorin misalnya, dapat menimbulkan bau yang tajam (bau kaporit). Selain itu disinfeksi dengan khlor (khlorin) dapat menimbulkan dampak sampingan dengan terbentuknya senyawa trihalomethan (THMs) yang bersifat karsinogen. Sedangkan ozon selain tidak menimbulkan bau juga dapat membuat air menjadi lebih segar. Umumnya pengolahan air dengan ozon digabungkan dengan proses koagulasi-flokulasi, pengendapan dan penyaringan seperti pada pengolahan air konvensional atau digabungkan dengan pengolahan khusus (Said, 2007).

Menurut Munawar Ali (2010), Penggunaan bahan kimia kaporit memang bisa membunuh bakteri pada air. Akan tetapi, karena chlorine pada kaporit sangat bersifat korosif terhadap sebagian besar logam – logam dan mudah bergabung hampir dengan semua unsur-unsur dan merupakan oksidator yang kuat. Hal tersebut dapat diketahui dari reaksi kimia kaporit adalah  $\text{Ca (OCl)}_2$  yang dilarutkan kedalam air maka reaksi kimianya berlangsung bertahap sebagai berikut :

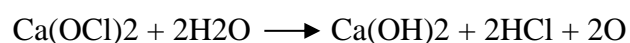


(As. Hypochlorite)      (Calcium Hidroksida)



(As. Chlorida) (Atom Zat Asam)

Bila dijumlahkan kedua reaksi kimia diatas akan menjadi :



Melakukan perhitungan kembali terhadap dosis koagulan yang digunakan, melakukan uji jarrest setiap hari agar jumlah yang digunakan menjadi lebih sedikit hal tersebut dapat mengurangi dosis koagulan yang digunakan yang menghasilkan residu yang berbahaya bagi kesehatan.

## BAB 6

### PENUTUP

#### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa :

1. IPAM Unit Cibungbulang terdapat tiga unit IPAM (WTP) yang masing masing memiliki kemampuan produksi 20 L/detik. WTP tersebut memiliki komponen unit yang sama. Ketiga WTP tersebut diberi nama WTP Kerucut, WTP Hexagonal, dan WTP Degreemont. Adapun kompoenen unit nya yaitu sumur *intake*, flokulasi- koagulasi, sedimentasi, filtrasi, dan terakhir dari proses pengolahan ini adalah desinfeksi yaitu penambahan bahan kimia seperti soda ash dan kaporit sebelum dialirkan ke reservoir. Proses pengolahan air ini telah sesuai dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 18/PRT/M/2007 Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum.
2. Dampak lingkungan terbesar yang dihasilkan dari aktivitas IPAM Tirta Kahuripan Unit Cibungbulang yaitu *Marine Aquatic Ecotoxicity* sebesar  $3,16 \times 10^{-9}$  kg 1,4 DB eq, *Abiotic Depletion* sebesar  $5,33 \times 10^{-10}$  kg Sb eq, *Acidification* sebesar  $4,53 \times 10^{-10}$  kg Sb eq , *Global Warming Potential(GWP)* sebesar  $2,81 \times 10^{-10}$  kg CO<sub>2</sub> eq, dan *Freshwater Aquatic Ecotoxicity* sebesar  $3,07 \times 10^{-10}$  kg 1,4 DB eq dan proses desinfeksi merupakan *hotspot* penyebab dampak lingkungan tertinggi yang terjadi pada proses instalasi pengolahan air minum Tirta Kahuripan unit Cibungbulang.
3. Perbaikan berdasarkan kategori dampak yaitu pada kategori dampak yang disebabkan oleh menggunakan bahan kimia yaitu dapat dilakukan penggantian metode pada unit desinfeksi dengan mengganti disinfektan konvensional seperti senyawa khlor (klorin) atau kaporit yang umum digunakan untuk pengolahan air minum, menjadi desinfeksi menggunakan ozon dan juga melakukan pembatasan kadar bahan kimia yang digunakan atau dengan cara melakukan perhitungan kembali terhadap dosis koagulan yang digunakan, melakukan uji jartest setiap hari agar jumlah yang



digunakan menjadi lebih sedikit hal tersebut dapat mengurangi dosis koagulan yang digunakan yang menghasilkan residu yang berbahaya bagi Kesehatan. Sedangkan, untuk kategori dampak lingkungan yang disebabkan oleh penggunaan energi listrik dapat dilakukan rekomendasi perbaikan yaitu penggunaan energi listrik dari energi terbarukan (tenaga surya) dan dilakukan pengawasan serta maintenance dan juga dapat dilakukan pergantian pompa dengan kebutuhan energi listrik lebih rendah dan waktu penggunaan yang teratur. Hal tersebut dapat mengurangi kebutuhan energi listrik pada IPAM unit Cibungbulang.

## 6.2 Saran

### a) Saran untuk perusahaan

1. Melakukan penggantian metode pada unit desinfeksi dengan mengganti disinfektan konvensional seperti senyawa klor (gas klor) dan kaporit menjadi desinfeksi menggunakan ozon dan mengganti alat pompa dengan kebutuhan listrik yang lebih kecil lagi.
2. Melakukan perhitungan pada dosis koagulan atau bahan kimia yang digunakan dengan rutin melakukan uji jarrest.
3. Lebih meningkatkan penggunaan energi surya untuk kebutuhan sarana dan administrasi pada instalasi pengolahan air minum.

### b) Saran untuk penelitian selanjutnya

1. Menggunakan metode *Life Cycle Assessment (LCA)* serta dalam ruang lingkup penelitian yakni *gate to cradle* agar mengetahui dampak lingkungan sampai dengan distribusi terhadap konsumen.
2. Menggunakan basis data pada metode *Life Cycle Impact Assessment* dengan basis data yang lebih lengkap dan terbaru. Agar sampai dilakukan tahap LCIA sampai penilaian *weighting* dan *single score*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adi, S. (2018). Pemanfaatan Dan Konservasi Sumber Air Dalam Keadaan Darurat. *Jurnal Air Indonesia*, 5(1), 1–9. <https://doi.org/10.29122/jai.v5i1.2427>
- Ali, M. (2010). Monograf Peran Proses Desinfeksi Dalam Upaya Peningkatan Kualitas Produk Air Bersih.
- Ambat, R. E., & Prasetyo, R. A. (2015). Perancangan Bak Prasedimentasi. *Potensi : Jurnal Sipil Politeknik*, 17(1), 23–29. <https://doi.org/10.35313/potensi.v17i1.518>
- Andrian, D., & Irawati, D. Y. (2019). Dampak Proses Pengolahan Air Bersih Terhadap Lingkungan. *Heuristic*, 16(1), 13–21. <https://doi.org/10.30996/he.v16i1.2475>
- Annisaa, N. K. (2022). Analisis Dampak Lingkungan Menggunakan Metode *Life Cycle Assessment (LCA)* pada instalasi pengolahan air (IPA) Gedek PT. air bersih jatim. Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya. [http://digilib.uinsby.ac.id/id/eprint/54073%0Ahttp://digilib.uinsby.ac.id/54073/3/Naba Khoiru Annisaa\\_H75218032.pdf](http://digilib.uinsby.ac.id/id/eprint/54073%0Ahttp://digilib.uinsby.ac.id/54073/3/Naba%20Khoiru%20Annisaa_H75218032.pdf)
- Arifiani, N. F., & Hadiwidodo, M. (2007). Evaluasi Desain Instalasi Pengolahan Air PDAM Ibu Kota Kecamatan Prambanan Kabupaten Klaten. *Jurnal PRESIPITASI*, 3(2), 78–85.
- Aswandi, R. (2014). Peran Perusahaan Daerah Air Minum ( PDAM ) Tirta Indra memberikan pelayanan dalam penyediaan air bersih di Kecamatan Rengat Kabupaten Indragiri Hulu. *Jom Fisip*, 1(2), 1–14.
- Budiyanto, F. (2014). Siklus Selenium dan Dampaknya Terhadap Lingkungan Laut. *Jurnal Oseana*, 39(1), 55–63.
- Darpawanto, N. J., Arief Budihardjo, M., Muhammad, F., & Amalia, D. (2022). Kajian Dampak Lingkungan Produksi Batubara PT Berau Coal-Site Sambarata (SMO) dengan Metode *Life Cycle Assessment*. 20(4), 704–716. <https://doi.org/10.14710/jil.20.4.704-716>
- Fitri, H. (2013). Dampak Pembuangan Lumpur Perusahaan Daerah Air Minum Kota Pontianak Terhadap Kualitas Air Sungai Kapuas. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 1(1), 1–10.
- GaBi. (2010). *Handbook for Life Cycle Assessment ( LCA ) Using the GaBi*

*Education Software Package. PE International*, 1–66.

- Giri, I. G. H., R, I., & Suardita, I. K. (2020). Peranan Perusahaan Daerah Air Minum Sebagai Penyelenggara Kepentingan Umum. 1–5.
- GreenDelta. (2016). *LCIA methods: Impact assessment methods in life cycle assessment and their impact categories. Version 1.5.6*. GreenDelta, 23, 1–23. <https://www.openlca.org/wp-content/uploads/2015/11/LCIA-METHODS-v.1.5.4.pdf>
- Hauschild, M. Z. (2015). *Life Cycle Impact Assessment*. In Mark A.J. Huijbregts (Ed.), *LCA Compendium - The Complete World of Life Cycle Assessment, Life Cycle Impact Assessment* (1st ed., Issue January). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-9744-3>
- Irawati, D. Y., & Andrian, D. (2018). Analisa Dampak Lingkungan Pada Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) Dengan Metode Life Cycle Assessment (LCA). *Jurnal Teknik Industri*, 19(2), 166–177. <https://doi.org/10.22219/jtiumm.vol19.no2.166-177>
- Karnaningroem, N., & Anggraeni, D. R. (2021). *Study of Life Cycle Assessment (LCA) on Water Treatment. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 799(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/799/1/012036>
- KLHK. (2021). *Pedoman Penyusunan Laporan Penilaian Daur Hidup (LCA)*. In P. Ir. Sigit Reliantoro, MSc, Jessica Hanafi (Ed.), *Direktorat Jendral Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan* (1st ed., Issue September). Direktorat Jendral Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan.
- Krewitt, Wolfram, Hauschild, M., & Pennington, D. (2002). *Indicators for human toxicity in Life Cycle Impact Assessment. Life Cycle Impact Assessment: Striving towards Best Practice.*, June 2014, 1–33.
- Lestari, S. A. (2019). Efektivitas Penggunaan Bahan Koagulan Dalam Proses Perencanaan Bangunan Pengolahan Air Minum. 1–5. <https://osf.io/preprints/inarxiv/v5cde/download>
- Nurbaiti, G. A., Rachmanto, T. A., & Farahdiba, A. U. (2021). *Implementasi Life Cycle Assessment “Gate-to-Gate” Pada Proses Pengolahan Air Bersih*. *ESEC Teknik Lingkungan*, 2(1), 33–36.
- Pratama, G. A. P., Dewi, E., & Meidinariasty, A. (2021). Proses Pengolahan Air Pada Prasedimentasi Ditinjau dari Laju Alir dan Waktu Pengendapan Di PLTG Borang. *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Indonesia*, 1(8),

339–343. <https://doi.org/10.52436/1.jpti.79>

- Priambodo Eko Ary, & Indaryanto Hariwiko. (2017). Perancangan Unit Instalasi Pengolahan Air Minum Kampus Institut Teknologi Sepuluh Nopember. *Jurnal Teknik ITS*, 6(1), 51–56. <https://ejournal.its.ac.id/index.php/teknik/article/download/21998/3614>
- Putri, H. P. (2017). *Life Cycle Assessment (LCA) Emisi Pada Proses Produksi Bahan Bakar Minyak (BBM) Jenis Bensin Dengan Pendekatan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP)* [Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya]. In Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (Vol. 65, Issue 1). <http://dx.doi.org/10.1016/j.egypro.2015.01.054>
- Raghuvanshi, S., Bhakar, V., Sowmya, C., & Sangwan, K. S. (2017). *Waste Water Treatment Plant Life Cycle Assessment: Treatment Process to Reuse of Water*. *Procedia CIRP*, 61, 761–766. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.170>
- Rahardja, I. B., Siregar, A. L., & Sihotang, A. W. L. (2020). Pengaruh Penggunaan Soda Ash Terhadap Parameter pH dan Turbidity pada *External Water Treatment* (Studi Kasus Di Pabrik Minyak Kelapa Sawit (pmks) Xyz, Kalimantan Utara). *Jurnal Teknologi*, 12(1), 9–20. <https://dx.doi.org/10.24853/jurtek.12.1.9-20>
- Rifai, A., Fuad, & Noviani, L. (2021). Manajemen pengelolaan bisnis air bersih dan air minum untuk keseimbangan pengelolaan lingkungan guna keberlangsungan kehidupan. *Jumanis Baja*, 3(1), 25–39. <http://ejournal.lppm-unbaja.ac.id/index.php/jmb/article/view/1204>
- Riyanty, F. P. E., & Indarjanto, H. (2015). Kajian Dampak Proses Pengolahan Air di IPA Siwalanpanji Terhadap Lingkungan dengan Menggunakan Metode *Life Cycle Assessment (LCA)*. *Jurnal Teknik ITS*, 4(2), D86–D90. <https://ejournal.its.ac.id/index.php/teknik/article/view/11441%0Ahttps://ejournal.its.ac.id>
- Said, N. I. (2007). Disinfeksi Untuk Proses Pengolahan Air Minum. 3(1), 15–16.
- simapro manual PRe Consultants. (2008). *Introduction to LCA with SimaPro 7*. PRÉ Consultants, the Netherlands. Version, January 2016, 1–88. <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Introduction+to+LCA+with+SimaPro+7#0>
- Siregar, K. (2022). Metode Tahap 3 ( Penilaian Dampak Daur Hidup ( Life Cycle Impact Assessment / LCIA ). 3.

- Triyanto. (2017). Analisa Instalasi Pengolahan Air Minum Pdam Kota Gorontalo. *Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa Da Teknologi*, 4(1), 8–16.
- Tukiman, Santoso, P., & Satmoko, A. (2013). Perhitungan dan Pemilihan Pompa Pada Instalasi Pengolahan Air Bebas Mineral Irradiator Gamma kCi. *PRIMA*, 10 Nomor 2, 51–60.
- Urip Prayogi, & Rohman Sugiono. (2022). Analisis *Global Warming Potential* (GWP) dan *Ozone Depletion Potential* (ODP), Pada Refrigeran R32, R290, R407c, R410a, Sebagai Pengganti R22. *Jurnal Teknik Mesin*: Vol. 11, No. 1, 11, 15–18.
- Utami, I. M. (2019). Analisis Dampak Lingkungan Proses Pengolahan Air di IPAM “X” dengan Menggunakan Metode *Life Cycle Assessment* (LCA).
- Yunianto, R. M., & Ciptomulyono, U. (2015). Kajian *Life Cycle Assessment* ( LCA ) Untuk Perbaikan Produksi Air Bersih Instalasi Pengolahan Air Minum ( IPAM ) Ngagel II PDAM Surabaya Dengan Pendekatan Analytic Network Process ( ANP ). 1–9.

# LAMPIRAN

## LAMPIRAN MATRIKS WAWANCARA

<b>Biodata Narasumber</b>			
	Nama	<b>Ali Zidan</b>	<b>Deni Maulana</b>
	Posisi	<b>Operator</b>	<b>Operator</b>
	Lama Kerja	<b>2 Tahun</b>	<b>2,5 Tahun</b>
<b>No</b>	<b>Pertanyaan</b>		
1	Apa saja unit Pengolahan air yang ada pada IPAM Unit Cibungbulang ?	IPAM Unit Cibungbulang terdapat enam unit pengolahan yang digunakan, yaitu sumur <i>intake</i> , koagulasi dan flokulasi, sedimentasi ,filtrasi, desinfeksi, dan reservoir.	Dalam mengolah air baku yang berasal dari sungai, di IPAM ini air melewati beberapa unit pengolahan yaitu sumur <i>intake</i> , koagulasi dan flokulasi, sedimentasi ,filtrasi, desinfeksi, dan reservoir. Setelah itu, air siap didistribusikan.
2	Berapa debit air yang masuk pada unit <i>intake</i> per hari?	Debit air yang masuk setiap hari nya tidak stabil, hal tersebut dipengaruhi oleh arus sungai dan kondisi air yang ada di sumur <i>intake</i> . Akan	Melanjutkan penjelasan yang tadi, untuk nilai nya bisa dilihat pada laporan bulanan IPAM.

		tetapi, air yang masuk dihitung berdasarkan volume air yang bertambah pada sumur <i>intake</i> perharinya.	
3	Bahan apa saja yang digunakan pada setiap unit IPAM?	Bahan kimia yang digunakan pada IPAM ini yaitu alum sulfat, kaporit, dan soda ash.	Bahan kimia digunakan pada 2 unit IPAM, yaitu unit koagulasi-flokulasi menggunakan alum sulfat dan unit desinfeksi menggunakan kaporit dan soda ash.
4	Berapa banyak bahan yang dimasukkan pada setiap unit IPAM?	Dosis bahan kimia yang digunakan pada unit koagulasi-flokulasi dan unit desinfeksi dihitung berdasarkan uji jar test yang dilakukan setiap hari. Dari hasil jar test tersebut dapat diketahui dosis bahan kimia yang digunakan.	Jumlah dosis bahan kimia yang digunakan dilakukan berdasarkan uji jartest dan dicocokkan dengan tabel dosis. Adapun jumlah nya bervariasi tergantung kondisi air baku, Adapun data penggunaan bahan kimia dapat dilihat pada laporan bulanan IPAM.
5	Berapa besar listrik yang digunakan pada setiap unit IPAM?	Dalam mengoperasikan IPAM ini dibutuhkan energi listrik untuk menjalankan pompa dan mixer ini.	IPAM ini beroperasi selama 24 jam, agar bisa mengolah air secara terus menerus. Maka pompa pengaliran



		Kebutuhan listrik tersebut berbeda setiap pompa nya. Untuk besar penggunaan listrik bisa dihitung dengan mengetahui kebutuhan energi dan waktu penggunaan.	airnya pun dibutuhkan selama 24 jam. Adapun untun data penggunaan energi listrik IPAM ini bisa dilihat pada laporan bulanan.
6	Berapa debit air bersih yang dihasilkan per hari?	IPAM ini memiliki maksimal kapasitas produksi 60 Liter/detik. Akan tetapi jumlah tersebut relatif sesuai dengan karakteristik olahan air baku. Jika dihitung, debit air bersih yang dihasilkan per bulan sebesar 258,641 m <sup>3</sup> /bulan.	Berdasarkan data laporan bulan IPAM unit Cibungbulang pada bulan februari telah mengolah air bersih sebesar 258.641 m <sup>3</sup> /bulan atau rata rata 8.621,4 m <sup>3</sup> /hari.

<b>Biodata Narasumber</b>		
	<b>Nama</b>	<b>Endang Mukti Hidayat</b>
	<b>Jabatan</b>	<b>Assisten Manager</b>
	<b>Lama Kerja</b>	<b>34 Tahun</b>
<b>No</b>	<b>Pertanyaan</b>	
1	Perbaikan apa yang telah dilakukan oleh PDAM Tirta Kahuripan untuk mengurangi dampak lingkungan yang terjadi?	Upaya yang telah dilakukan oleh PDAM Tirta Kahuripan untuk mengurangi dampak lingkungan yaitu dengan tidak membuang lumpur hasil pengolahan atau sisa <i>washout</i> langsung ke sungai. Berdasarkan peraturan saat ini, limbah lumpur di endapkan dulu atau dikeringkan dalam panampungan setelah itu di baru dibuang ke sungai dan untuk penggunaan energi sudah dicoba menggunkan energi surya untuk penerangan di lingkungan PDAM.
2	Upaya apa saja yang dilakukan untuk mengurangi potensi dampak global warming , Eutrofikasi, Asidifikasi dan Human Toxicity pada IPAM?	Belum ada upaya secara khusus yang dilakukan untuk mengurangi potensi dampak lingkungan dampak global warming , Eutrofikasi, Asidifikasi dan Human Toxicity. Dikarenakan terbatasnya lahan dan belum adanya arahan secara langsung dari pusat untuk melakukan upaya tersebut,

		Hanya sudah dilakukan yaitu penampungan sisa lumput endapan dan penggunaan energi surya.
3	Bagaimana peluang penggunaan Energi listrik pada IPAM sebagian di supply dari energi terbarukan (tenaga surya) dan dilakukan pengawasan serta maintenance?	Pengolahan air minum ini beroperasi selama 24 jam, dan hal tersebut mengakibatkan kebutuhan energi listrik yang cukup besar. Sebagian energi listrik kami peroleh dari PLN sebagai penyalur listrik utama jika ada pemadaman maka kami menggunakan energi listrik dari diesel 220 Kva untuk mengoperasikan pompa. Maka dari itu, untuk penggunaan energi surya hanya bisa dilakukan untuk lampu (penerangan) belum bisa mengakomodir untuk pengoperasian pompa karena membutuhkan biaya dan lahan yang cukup besar.
4	Bagaimana proses pemilihan bahan kimia yang di gunakan pada IPAM?	Pemilihan bahan kimia diatur oleh pihak ketiga sebagai penyalur bahan kimia, dan sudah sesuai SOP pengolahan air tersebut. Kami hanya memeriksa spesifikasi bahan kimia yang masuk apa sesuai atau tidak SOP yang telah diterapkan.
5	Bagaimana peluang penggantian koagulan aluminum sulfat dengan PAC atau koagulan alami pada proses koagulasi?	Untuk penggantian koagulan aluminum sulfat dengan PAC itu bisa saja dilakukan jika barang yang datang adalah PAC. Akan tetapi, harga yang cukup mahal sepertinya kami lebih baik menggunakan alumunium sulfat saja dan untuk

		koagulan alami itu tidak bisa karena membutuhkan waktu yang sangat lama.
6	Bagaimana peluang penggantian desinfektan jenis kaporit dan soda ash menjadi Ozon pada proses desinfeksi?	Sepertinya tidak, karena proses desinfeksi menggunakan cara ozonisasi membutuhkan biaya yang cukup besar dan penggunaan desinfektan jenis kaporit dan soda ash sudah cukup bisa membunuh partikulat yang ada di air olahan.
7	Bagaimana siklus penggunaan pompa yang terjadi pada IPAM?	Pompa yang digunakan pada bagian unit pengolahan beroperasi selama 24 jam dan untuk pompa distribusi digunakan bergantian sehari sekali.

# LAMPIRAN 1

## Diagram Alir *Marine Ecotoxicity*

SimaPro 7.1  
Project: PDAM Tirta Kahuripan

Network

Date: 03/04/2023 Time: 23:50:47

Product: Pengolahan Air Bersih  
Project: PDAM Tirta Kahuripan  
Category: Assembly/Others  
Method: CML 2 baseline 2000 V2.04 / World, 1995  
Selected weight: Normalization, Marine aquatic ecotoxicity  
Node weight: Including inputs  
Node cut-off: 1%



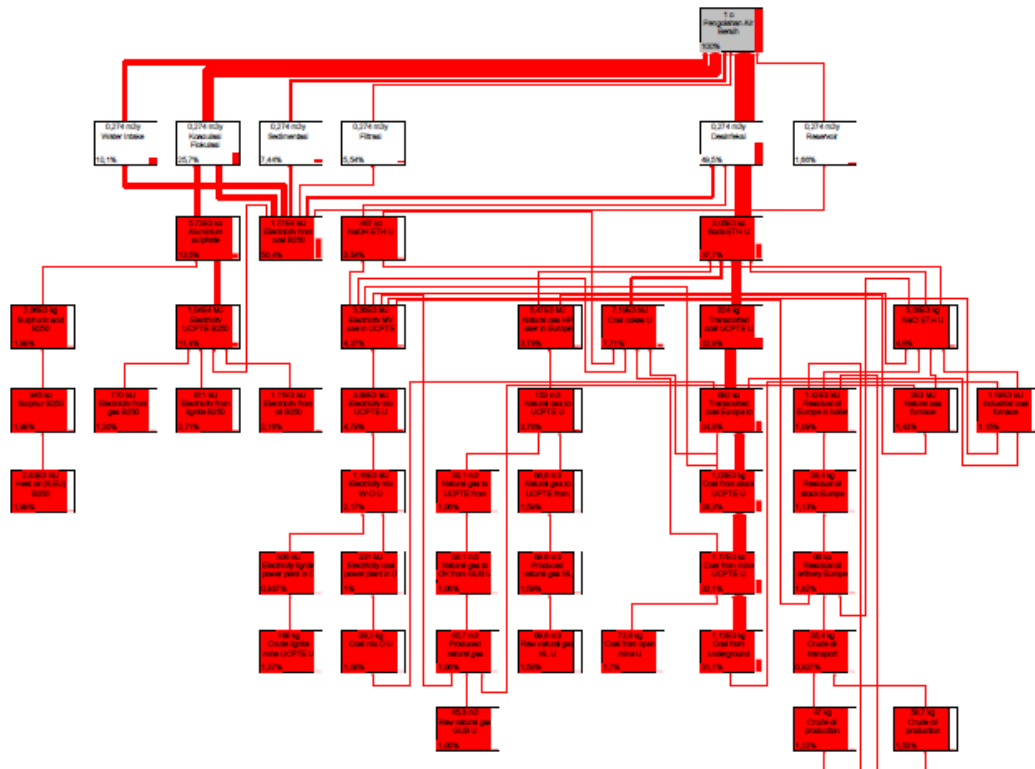
## LAMPIRAN 2

### Diagram Alir Abiotic Depletion

SimaPro 7.1  
Project: PDAM Tirta Kahuripan

Network

Product: Pengolahan Air Bersih  
Project: PDAM Tirta Kahuripan  
Category: Assembly/Others  
Method: CML 2 baseline 2000 V2.04 / World, 1995  
Selected weight: Normalization, Abiotic depletion  
Node weight: Including inputs  
Node cut-off: 1%



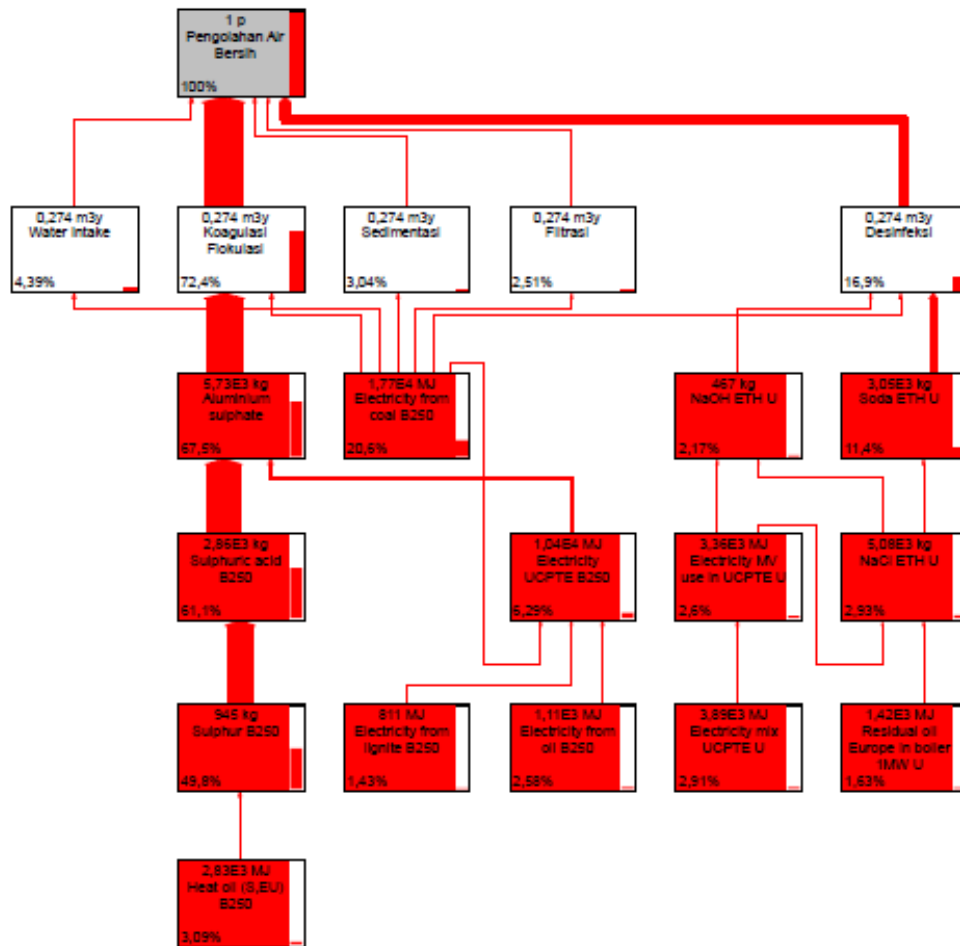
### LAMPIRAN 3

#### Diagram Alir Acidification

SimaPro 7.1  
Project: PDAM Tirta Kahuripan

Network

Product: Pengolahan Air Bersih  
 Project: PDAM Tirta Kahuripan  
 Category: Assembly/Others  
 Method: CML 2 baseline 2000 V2.04 / World, 1995  
 Selected weight: Normalization, Acidification  
 Node weight: Including inputs  
 Node cut-off: 1,4%



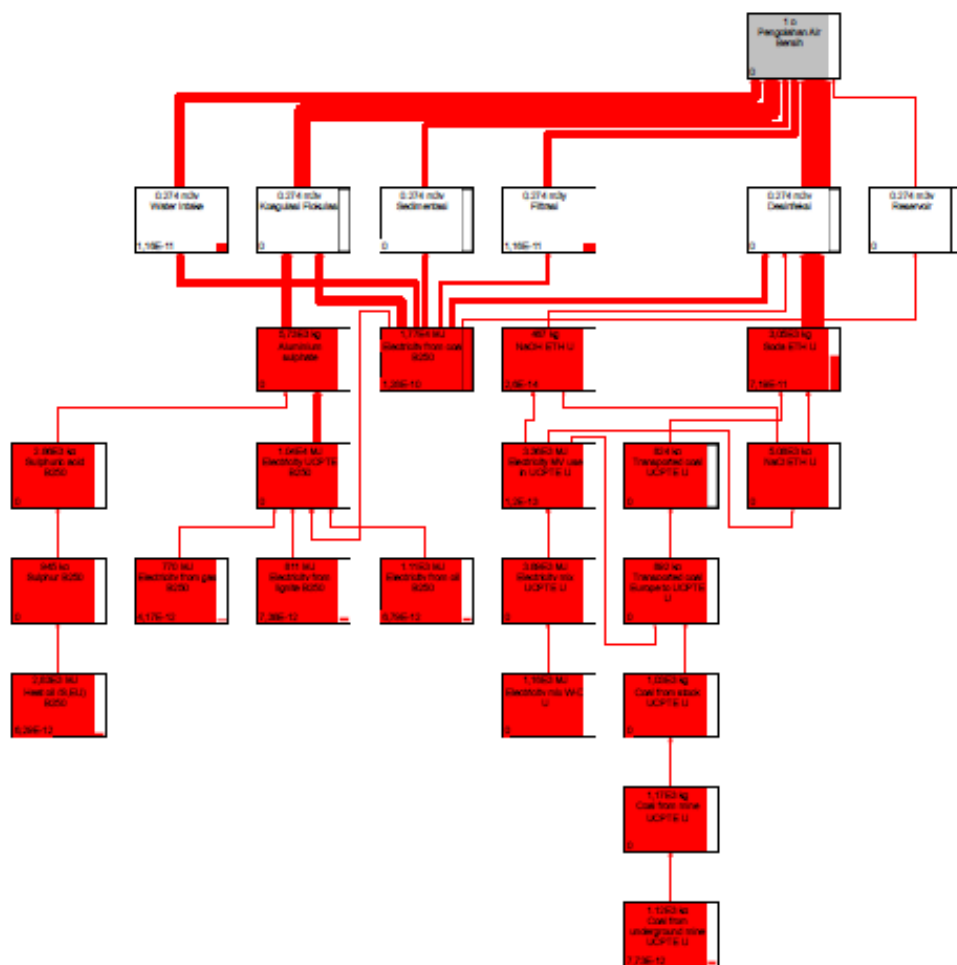
## LAMPIRAN 4

### Diagram Alir *Global Warming Potential (GWP)*

SimaPro 7.1  
Project: PDAM Tirta Kahuripan

Network

Product: Pengolahan Air Bersih  
Project: PDAM Tirta Kahuripan  
Category: Assembly/Others  
Method: CML 2 baseline 2000 V2.04 / World, 1995  
Selected weight: Normalization, Global warming (GWP100)  
Node weight: Excluding inputs  
Node cut-off: 1,4%



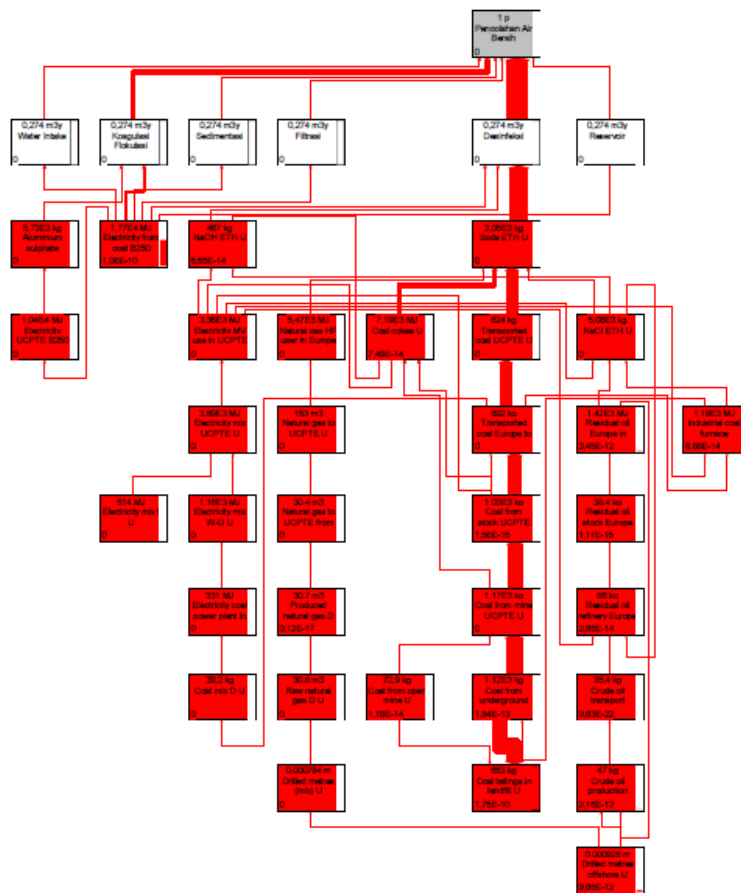


## LAMPIRAN 5

### Diagram Alir *Freshwater Aquatic Ecotoxicity*

SimaPro 7.1  
Project: PDAM Tirta Kahuripan

Product: Pengolahan Air Bersih  
Project: PDAM Tirta Kahuripan  
Category: Assembly/Others  
Method: CML 2 baseline 2000 V2.04 / World, 1995  
Selected weight: Normalization, Fresh water aquatic ecotox.  
Node weight: Excluding inputs  
Node cut-off: 1,1%



## LAMPIRAN 6

### Surat Izin Penelitian



PEMERINTAH KABUPATEN BOGOR  
**PERUMDA AIR MINUM TIRTA KAHURIPAN**  
Jl. Raya Tegar Beriman Cibinong 16913 Telp. 021 - 87915270 Fax. 021 - 87915278  
Website: www.tirtakahuripan.co.id Email: humas@tirtakahuripan.co.id

Cibinong, 27 Januari 2023

Nomor : 800/82 - SDM  
Lampiran : -  
Perihal : Permohonan Izin Penelitian Untuk Penyusunan Skripsi

Kepada Yth.  
Wakil Dekan  
Fakultas Teknik  
Universitas Sahid  
Di -  
Jakarta

Memperhatikan surat saudara No. 74USJ-16M-57/2022 tanggal 3 Januari 2023 perihal permohonan izin penelitian untuk penyusunan skripsi dengan ini disampaikan bahwa mahasiswa saudara dapat melaksanakan penelitian, sebagai berikut :

No	Nama	NPM	Program Studi	Penempatan Unit Kerja	Judul / Topik
1	Muhamad Rifqi Asyari	2019330031	Teknik Lingkungan	Sub Unit Kerja Instalasi Pengolahan Air Cibungbulang, Unit Kerja Produksi	Analisis Dampak Lingkungan pada Instalasi Pengolahan Air Bersih dengan metode Life Cycle Assessment (Studi Kasus Perumda Air Minum Tirta Kahuripan Kabupaten Bogor)

Pelaksanaan kegiatan di Instalasi Pengolahan Air Cibungbulang Perumda Air Minum Tirta Kahuripan Kabupaten Bogor dengan alamat Kp. Pasir Angin RT. 014 RW. 004, Desa Cemplang, Kec. Cibungbulang, Kabupaten Bogor. Pada tanggal 30 Januari s/d 28 Februari 2022.

#### Ketentuan dan Syarat:

1. Mahasiswa wajib sudah melakukan vaksin covid-19, dibuktikan dengan menunjukkan sertifikat vaksin ke 3 di aplikasi peduli lindungi kepada unit kerja SDM.
2. Selama melaksanakan penelitian wajib memenuhi protokol kesehatan covid-19 (memakai masker, mencuci tangan dan menjaga jarak).
3. Wajib mendapatkan pendampingan ketika memasuki wilayah Instalasi Pengolahan Air Cibungbulang.
4. Wajib menggunakan APD di wilayah Instalasi Pengolahan Air Cibungbulang.
5. Mengutamakan kesehatan dan keselamatan kerja di lingkungan Instalasi Pengolahan Air Cibungbulang.

Apabila mahasiswa yang bersangkutan telah selesai melaksanakan penelitian agar menyampaikan laporan tertulis kepada Perumda Air Minum Tirta Kahuripan Kabupaten Bogor Cq. Manager SDM.

Demikian disampaikan, atas perhatiannya Kami ucapkan terima kasih.

Perumda Air Minum Tirta Kahuripan  
Kabupaten Bogor  
Direktur Umum,

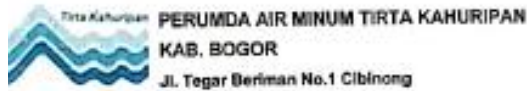


#### Tembusan :

1. Yth. Direktur Utama Perumda Air Minum Tirta Kahuripan Kab. Bogor
2. Yth. Direktur Operasional Perumda Air Minum Tirta Kahuripan Kab. Bogor
3. Sdr. Manajer Produksi
4. Sdr. Manajer Cabang Leuwiliang
5. Sdr. Pth. Manajer SDM

## LAMPIRAN 6

### Sumber Data Penelitian



#### LAPORAN BULANAN UNIT PRODUKSI INST. CIBUNGBULANG Periode Bulan : 21 Desember 2022 s/d Januari 2023

<b>I. Air Produksi</b>			
1, Air Baku	:	266.282 M3	99,4 L/D
2, Pencucian dan pengurasan sedimentasi	:	3.430 M3	1,3 L/D
3, Air produksi Bruto	:	262.852 M3	98,1 L/D
4, Pencucian filter	:	3.780 M3	1,4 L/D
5, Pemakaian Instalasi dan kantor	:	431 M3	0,2 L/D
6, Air produksi terpakai	:	4.211 M3	1,6 L/D
7, Air produksi netto	:	258.641 M3	96,6 L/D
<b>II. Air Distribusi</b>			
Perhitungan flow meter / meter induk			
1. Ditribusi 10 inc (Cibungbulang ke Ciampea )	:	131.820 M3	49,2 L/D
2. Ditribusi 8 inc ( Cibungbulang ke Leuwiliang )	:	67.602 M3	25,2 L/D
3. Ditribusi 8 inc (Cibungbulang ke Galuga )	:	59.219 M3	22,1 L/D
Total Air Distribusi	:	258.641 M3	96,6 L/D
<b>III. Pemakaian Bahan Kimia</b>			
1, Alumunium Sulfat	:	5.725 Kg	
Dosis Rata-rata	:	21,5 ppm	
2, Gas Chlor / Kaporite	:	465 Kg	
Dosis Rata-rata	:	1,75 ppm	
3, Soda Ash	:	3050 Kg	
Dosis Rata-rata	:	11,45 ppm	

#### IV. PEMAKAIAN ENERGI DAN BBM

PLN	BULAN LALU	SEKARANG	SELISIH	KWH	
1. PLN BP	2149,87	2201,82	51,95	20780	5, Genzet 1 : 188,5 Kwh
2. PLN LBP	10739,53	10995,15	255,62	102248	Genzet 11 : 95,21 Kwh
3. METER KVARH	2472,00	2558,54	86,54	34616	total 250,71
4. Jumlah KWH				123028	6, Solar : 150 L
					7, Oli : L

#### V. Kualitas Air

NTU	Minimal	Maksimal	rata-rata	Ket
Air baku	15	1500	1507,5	
Air Sedimentasi	2,3	3,6		
Air Produksi	1,2	3		
Ph	Minimal	Maksimal	rata-rata	Ket
Air baku	8,4	8,9		
Air Sedimentasi	6,7	6,9		
Air Produksi	6,7	6,9		
Sisa Chlor	Minimal	Maksimal	rata-rata	Ket
Air Produksi	0,6	0,9		