

TA/TL/2022/1437

TUGAS AKHIR

EVALUASI UNIT KLORINASI IPAL LAMA BANDARA ADI SOEMARMO, KABUPATEN BOYOLALI, JAWA TENGAH

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan**



QOLBI ROMADHON PUTRA SANTOSA

17513114

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2022

TUGAS AKHIR

EVALUASI UNIT KLORINASI IPAL LAMA BANDARA ADI SOEMARMO, KABUPATEN BOYOLALI, JAWA TENGAH

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan**



QOLBI ROMADHON PUTRA SANTOSA

17513114

Disetujui,

Dosen Pembimbing 1

Elita Nurfitriyani Sulistyono, S.T., M.Sc.

NIK. 185130402

Tanggal:

Dosen Pembimbing 2

Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng.

NIK. 095130403

Tanggal:

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII



Eko Siswoyo, ST., M.Sc.ES., Ph.D.

NIK. 025100406

Tanggal: 14 April 2022

HALAMAN PENGESAHAN

EVALUASI UNIT KLORINASI IPAL LAMA BANDARA ADI SOEMARMO, KABUPATEN BOYOLALI, JAWA TENGAH

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji Hari : Rabu

Tanggal : 23 Maret 2022

Disusun Oleh:

QOLBI ROMADHON PUTRA SANTOSA

17513114

Tim Penguji :

Elita Nurfitriyani Sulisty, S.T., M.Sc.

()

Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng.

()

Dr. Andik Yulianto, S.T., M.T.

()

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggungjawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 10 Januari 2022

Yang membuat pernyataan,



Qolbi Romadhon Putra Santosa

17513114

PRAKATA

Assalamualaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah rabbil 'alamin rasa syukur luar biasa penulis haturkan kepada Allah SWT atas berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir tentang **Evaluasi Unit Klorinasi IPAL Lama Bandara Adi Soemarmo, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah**. Penyusunan laporan ini bertujuan untuk memenuhi syarat akademik untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik bagi Mahasiswa Program S1 Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini penulis dapat menyelesaikan bukan tanpa sebab, semangat dan dorongan luar biasa dari berbagai pihak sangat membantu penulis, maka dari itu dengan segala hormat dan rasa syukur saya izinkan penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Ibu Elita Nurfitriyani Sulisty, S.T., M.Sc dan Bapak Dr. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing saya yang telah memberikan dorongan semangat dan bimbingan selama ini.
2. Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Bapak Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D.
3. Ibu Verika Fitri Andriana dan Bang Irfa Darajat S.T beserta jajarannya di kantor Angkasa Pura 1 Bandara Adi Soemarmo-Boyolali-Boyolali yang telah membimbing saya dalam hal penyusunan laporan.
4. Kedua orang tua saya, Bapak Gawang I.S dan Ibu Yuni Prihatiningsih serta adik saya Sheva Dzikrullah yang selalu memberikan doa terbaik bagi saya
5. Rekan seperjuangan tugas akhir saya, saudara Muhammad Nur Fauzi dan Daffa Alam Hoesain yang memberikan dorongan selama proses pengerjaan laporan ini.
6. Teman-teman saya di Teknik Lingkungan Angkatan 2017 yang telah memberikan dorongan semangat dalam proses menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Atas segala kekurangan dan ketidaksempurnaan laporan tugas akhir ini, penulis

sangat mengharapkan masukan, kritik, dan saran yang membangun, agar kedepannya dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan baik. Penulis berharap semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi seluruh pihak dan segala amal baik yang telah diberikan mendapat balasan dari Allah SWT.

Yogyakarta, 10 Januari 2022

Qolbi Romadhon P. S

ABSTRAK

Qolbi Romadhon Putra Santosa, Evaluasi Unit Klorinasi IPAL Lama Bandara Adi Soemarmo, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah. Dibimbing oleh Elita Nurfitriyani Sulisty, S.T., M.Sc dan Dr. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng

Total coliform merupakan salah satu parameter yang telah ditetapkan pada baku mutu air limbah domestik. Bakteri yang bersifat pathogen dapat menyebabkan berbagai macam penyakit apabila tersebar ke badan air dan terakumulasi kedalam tubuh. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui dosis klor optimum untuk ditambahkan pada unit klorinasi dengan pengujian Breakpoint Chlorination (BPC). Desinfektan yang digunakan yaitu Kalsium Hipoklorit (Kaporit). Dasar penggunaan kaporit karena bahan tersebut relatif murah dan mudah didapat. Ketepatan pemberian dosis kaporit merupakan hal penting dalam unit klorinasi. Karena apabila dosis kurang atau lebih dari dosis yang semestinya akan menyebabkan terbentuknya senyawa THM (Trihalomethan) yang bersifat toksik dan karsinogenik. Oleh karena itu, ketepatan penambahan kaporit sesuai dengan perhitungan BPC agar aman bagi lingkungan. Hasil dari percobaan yang dilakukan pada 15 menit, 30 menit, dan 45 menit menyatakan titik BPC ada di penambahan kaporit sebanyak 7,5 mL dengan dosis 10 gram/L. Residu klor didapat pada percobaan tersebut secara berturut-turut yaitu 279,573 mg/L, 251,879 mg/L, dan 240,011 mg/L. Nilai k (konstanta laju reaksi) dengan menggunakan rumus hukum Chick's yaitu 0.154/menit dan nilai C (residual klorin) yang didapat dengan menggunakan rumus hukum Chick's-Watson yaitu sebesar 1 mg/L. Kesimpulan dari percobaan tersebut yaitu waktu kontak memiliki peranan penting, semakin lama waktu kontak maka semakin sedikit residu klor yang dihasilkan.

Kata kunci: BPC, Klorin, Sistem Desinfeksi, Total Coliform

ABSTRACT

Qolbi Romadhon Putra Santosa Chlorination Unit Evaluation of Old IPAL Adi Soemarmo Airport, Boyolali Regency, Central Java. Supervised by Elita Nurfitriyani Sulistyono, S.T., M.Sc and Dr. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng

Total coliform is one of the parameters that have been set in the domestic wastewater quality standard. Pathogenic bacteria can cause various diseases if they are spread and accumulate in the water body. The purpose of this study was to determine the optimum chlorine dose to be added to the chlorination unit by testing Breakpoint Chlorination (BPC). The disinfectant used is Calcium Hypochlorite. Chlorine is used based on the material that is relatively cheap and easy to obtain. The accuracy of the dosing of chlorine is important in the chlorination unit. Because if the dose is less or more than the proper dose, it will cause the formation of Trihalomethan compounds which are toxic and carcinogenic. Therefore, the accuracy of adding chlorine is in accordance with the BPC calculation to be safe for the environment. The results of experiments conducted at 15, 30, and 45 minutes stated that the BPC point was in the addition of 7.5 mL of chlorine at a dose of 10 grams/L. Chlorine residues were 279.573 mg/L, 251.879 mg/L, and 240.011 mg/L. The value of k (reaction rate constant) using the Chick's law formula is 0.154/minute and the C value (residual chlorine) obtained using the Chick's-Watson law formula is 1 mg/L. The conclusion from the experiment is that contact time has an important role, the longer the contact time, the less residual chlorine is produced.

Keywords: *Chlorine, Disinfection System, Total Coliform*

Daftar Isi

PRAKATA.....	i
ABSTRAK.....	iii
Daftar Isi	v
Daftar Tabel	vii
Daftar Gambar	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Bandara Adi Sumarmo	5
2.2 Air Limbah Domestik	5
2.3 Karakteristik Air Limbah	5
2.4 Baku Mutu Air Limbah	6
2.5 Peraturan Terhadap Lingkungan di Lingkup Penerbangan	8
2.6 Instalasi Pengolahan Air Limbah	8
2.7 Teknologi Pengolahan	9
2.8 Bakteri Koliform	9
2.9 Desinfeksi	10
2.10 Kaporit	11
2.11 Breakpoint Chlorination (BPC)	11
BAB III METODE PENELITIAN	14
3.1 Diagram Alir Penelitian	14
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian	15
3.3 Pengumpulan Data	16
3.3.1 Tahap Pengumpulan Data	16
3.3.2 Alat dan Bahan.....	17
3.4 Analisis Data	17
3.4.1 Pengambilan Sampel.....	18
3.4.2 Pengujian Sampel.....	18
3.4.3 Prosedur Analisis Data.....	20
BAB IV HASIL PEMBAHASAN.....	22
4.1 Kondisi Eksisting dan gambaran IPAL Lama Bandara Adi Soemarmo	22
4.2.2 Analisis Karakteristik Outlet IPAL Lama.....	28

4.4. Proses Klorinasi, Pembubuhan Klor dan Evaluasi Unit Klorinasi	36
4.5. Evaluasi Unit Klorinasi	37
4.6. Breakpoint Chlorination (BPC).....	38
4.7. Permodelan Kinetika Reaksi Desinfeksi	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	43
Daftar Pustaka	45
LAMPIRAN.....	47
RIWAYAT HIDUP	58

Daftar Tabel

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah.....	7
Tabel 3.1 Lokasi IPAL Lama.....	16
Tabel 4.1 Inventarisasi Sumber Air Limbah.....	24
Tabel 4.2 Debit Inlet IPAL Lama Bandara Adi Soemarmo, Kab. Boyolali, Jawa Tengah	26
Tabel 4.3 Baku Mutu Air Limbah.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.4 Karakteristik Inlet IPAL Lama Bandara Adi Soemarmo, Kab. Boyolali, Jawa Tengah.....	27
Tabel 4.5 Karakteristik Outlet IPAL Lama Bandara Adi Soemarmo, Kab. Boyolali, Jawa Tengah.....	29
Tabel 4.6 Hasil Uji IPAL Lama per Unit.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.7 Efisiensi Removal IPAL lama per Unit	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.8 Tabel Hasil Penentuan Residual Klorin (15 menit).	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.9 Tabel Hasil Penentuan Residual Klorin (30 menit).	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.10 Tabel Hasil Penentuan Residual Klorin (45 menit)	Error! Bookmark not defined.

Daftar Gambar

Gambar 2.1 Grafik Klorinasi dengan BPC	12
Gambar 3 1 Titrasi Iodometri	19
Gambar 4.1 Letak IPAL Bandara Adi Soemarmo, Kab. Boyolali, Jawa Tengah.....	22
Gambar 4.2 Layout IPAL lama Bandara Adi Soemarmo, Kab. Boyolali, Jawa Tengah.....	23
Gambar 4.3 IPAL lama Bandara Adi Soemarmo, Kab. Boyolali, Jawa Tengah	23
Gambar 4.4 Alur IPAL Lama Bandara Adi Soemarmo, Kab. Boyolali, Jawa Tengah	25
Gambar 4.5 Grafik pH pada outlet IPAL Lama	30
Gambar 4.6 Grafik COD pada outlet IPAL Lama	31
Gambar 4.7 Grafik BOD pada outlet IPAL Lama	32
Gambar 4.8 Grafik TSS pada outlet IPAL Lama.....	33
Gambar 4.9 Grafik Amoniak pada outlet IPAL Lama.....	34
Gambar 4.10 Grafik Minyak & Lemak pada outlet IPAL Lama	35
Gambar 4.11 Grafik Total Coliform pada outlet IPAL Lama	36
Gambar 4.12 Grafik Hasil Uji IPAL Lama per Unit	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.13 Grafik BPC 1 (15 menit)	39
Gambar 4.14 Grafik BPC 2 (30 menit)	39
Gambar 4.15 Grafik BPC 3 (45 menit)	40

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transportasi merupakan suatu sistem yang terdiri dari sarana prasarana dan sistem pelayanan yang memungkinkan adanya pergerakan hingga menjangkau seluruh wilayah untuk mengakomodasi penduduk. Transportasi dibutuhkan untuk mendukung kegiatan pembangunan suatu wilayah. Salah satu armada transportasi yang terus berkembang yaitu transportasi udara. Bandar udara yang termasuk dalam transportasi udara merupakan infrastruktur yang melayani penerbangan untuk mengangkut penumpang. Dengan meningkatnya jumlah penumpang transportasi udara, maka dilakukan pengembangan di bandara untuk memenuhi kebutuhan penumpang (Tamin, 2000).

Karena pesatnya pengembangan bandara, hal itu memberi pengaruh kepada Bandara Adi Sumarmo. Bandara yang terletak di Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah atau yang terletak sekitar 14 km dari Kota Surakarta ini merupakan salah satu bandara internasional yang ada di Indonesia. Karena hal tersebut, bandara Adi Sumarmo memiliki prospek untuk dikembangkan karena lokasinya yang sangat strategis diantara Bandara Ahmad Yani, Semarang dan Bandara Adi Sucipto, Yogyakarta. Pengembangan yang terjadi di Bandara Adi Sumarmo memberikan pengaruh terhadap sekitarnya, baik dari masyarakat sekitar, kawasan sekitar, hingga permasalahan limbah domestiknya yang dihasilkan (Kusumawati *et al.*, 2016).

Air limbah domestik merupakan air limbah yang berasal dari usaha dan atau kegiatan pemukiman, rumah makan, perkantoran, perniagaan, industri, dan instansi lainnya. Sumber air limbah domestik berasal dari buangan kamar mandi, air bekas pakai, kegiatan rumah tangga, dan lain-lainnya. Limbah domestik pada umumnya mengandung senyawa polutan organik yang relatif tinggi dan perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan supaya tidak menimbulkan pencemaran. Banyaknya aktivitas manusia semakin mempengaruhi peningkatan jumlah atau debit limbah domestik yang dihasilkan oleh suatu tempat (Kaswinarni, 2007).

Air limbah domestik yang dibuang ke lingkungan tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu berpotensi dapat merusak lingkungan. Bahan pencemar pada air limbah

yang terakumulasi di badan air akan menyebabkan *self purification* badan air terlampaui. Kemungkinan dampak-dampak yang terjadi yaitu seperti eutrofikasi, perubahan iklim, dan kelangkaan air bersih. Langkanya air bersih dapat mempengaruhi akan berdampak negatif pada kesehatan manusia (Supriadi, 2008).

Masalah akibat limbah domestik ini sudah menjadi permasalahan yang serius sehingga dibutuhkan tenaga manusia untuk menanggulangnya. Oleh karena itu dibutuhkan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). IPAL ini melakukan pengolahan yang terdiri dari pengolahan secara fisika, kimia, dan biologis. Tujuan dari IPAL ini yaitu untuk meminimalisir pencemaran air. Kualitas air limbah diharapkan memenuhi baku mutu sesuai dengan peraturan yang berlaku yaitu PERMEN LHK No 68 Tahun 2016 tentang baku mutu air limbah domestik (Wijeyekoon et al. 2000).

Salah satu parameter kualitas air limbah yang perlu diawasi kualitas airnya yaitu keberadaan bakteri pathogen didalam air. Bakteri koliform menjadi indikator jika air tercemar atau tidak. Bakteri koliform didefinisikan sebagai kelompok bakteri gram negatif, berbentuk batang, oksidase negatif, aerob sampai anaerob fakultatif, tidak membentuk spora dan mampu memfermentasikan laktosa membentuk gas dan asam dalam waktu 48 jam pada suhu 37°C. Jumlah koliform yang didapat dari hasil inkubasi pada suhu 37°C dinyatakan sebagai total koliform (Lynch & Poole, 1979).

Bakteri tersebut yang memiliki sifat pathogen sebagian besar dapat menyebabkan penyakit. Bakteri tersebut apabila terakumulasi kedalam pencernaan manusia dapat menyebabkan penyakit seperti diare, kolera, demam tifus, dan macam-macam penyakit lainnya. Oleh karena itu penting dalam penanganan bakteri tersebut supaya tidak terjadi berbagai macam penyakit, yaitu dengan cara desinfeksi (Cita & Adriyani, 2013).

Desinfeksi pada dasarnya bertujuan untuk membunuh mikroorganisme pathogen yang terkandung didalam air. Desinfeksi dapat dilakukan dengan penyinaran UV, ozon, maupun dengan penambahan klorin. Desinfeksi perlu dilakukan secara periodik atau berkala karena angka bakteri dapat bertambah seiring dengan pertambahannya limbah yang masuk. Salah satu cara yang umum digunakan pada proses desinfeksi itu dengan penambahan klorin.

Klorin merupakan salah satu bahan yang digunakan untuk melakukan desinfeksi. Proses penambahan klorin disebut juga dengan klorinasi. Penambahan klorin dengan dosis yang tepat penting untuk supaya mikroorganisme yang ada didalam air dapat

tereduksi secara optimum. Kurangnya dosis yang digunakan dapat menyebabkan mikroorganisme tidak tereduksi secara sempurna dan kelebihan dosis juga dapat menyebabkan hasil yang tidak sempurna. Oleh karena itu, untuk mengetahui dosis yang tepat untuk menghasilkan reduksi mikroorganisme yang optimum perlu mengetahui titik *Breakpoint Chlorination* (BPC) pada dosis klorin (Clesceri.,et.al., 1998).

BPC atau *Breakpoint Chlorination* merupakan penentuan jumlah dosis klorin optimum untuk klor bereaksi dengan logam-logam, zat organik dan amoniak yang dibutuhkan untuk desinfeksi air dalam suatu wadah melalui proses pereaksian. Titik BPC dapat dilihat apabila terjadinya penurunan hingga paling minimal pada sebuah grafik. Oleh karena itu, apabila dari sebuah pengujian sudah mendapati titik BPC maka dosis tersebut merupakan dosis optimum pada klorin untuk ditambahkan kedalam IPAL (Metcalf & Eddy, Inc, 1991).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan permasalahan jika terdapat parameter total coliform melebihi baku mutu, sehingga perlu dilakukan pengujian BPC pada unit sedimentasi IPAL lama di Bandara Adi Soemarmo untuk mendapati dosis optimum klorin yang perlu ditambahkan pada unit klorinasi.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Melakukan evaluasi sistem klorinasi pada IPAL Lama Bandara Adi Soemarmo
2. Melakukan uji *Breakpoint Chlorination* (BPC) untuk mengetahui dosis kaporit optimum yang akan diberikan pada unit klorinasi IPAL Lama Bandara Adi Soemarmo
3. Melakukan analisis penurunan mikroorganisme setelah ditentukan dosis titik optimum kaporit

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Lokasi penelitian dilakukan di Bandara Adi Soemarmo, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah
2. Baku mutu air limbah yang digunakan yaitu mengacu pada PermenLHK no 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik
3. Pengambilan sampel air pada unit sedimentasi IPAL lama dilakukan dengan metode *Grab Sampling* yang mengacu pada SNI 6989.59:2008
4. Pengambilan sampel dilakukan pada unit sedimentasi untuk dilakukan uji BPC (*Breakpoint Chlorination*)

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat yang meliputi :

1. Memberikan informasi terkait dosis kaporit optimum yang perlu digunakan pada unit klorinasi pada IPAL lama untuk mengurangi nilai Total Coliform secara efisien
2. Memberikan informasi terkait hasil evaluasi kriteria desain IPAL Lama Bandara Adi Soemarmo, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah
3. Memberikan informasi terkait laju reaksi penurunan jumlah mikroorganisme setelah ditentukan titik dosis optimum kaporit

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bandara Adi Sumarmo

Bandar udara merupakan salah satu simpul transportasi yang memiliki peranan penting dalam penyelenggaraan transportasi. Bandara Adi Sumarmo merupakan salah satu bandar udara Internasional yang ada di Indonesia. Bandara Adi Sumarmo terletak di Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah, Indonesia. Jarak Bandara Adi Sumarmo dari Kota Surakarta sekitar 14 km. Koordinat dari Bandara Adi Sumarmo terletak di 07°30'58"S, 110°45'25"E. Bandara Adi Sumarmo merupakan salah satu bandara yang memiliki prospek untuk dikembangkan dibandingkan bandara lainnya di Jawa Tengah seperti Bandara Ahmad Yani di kota Semarang dan Bandara Adi Sucipto di Daerah Istimewa Yogyakarta (Purnama & Yuliawati, 2017).

2.2 Air Limbah Domestik

Air limbah domestik merupakan air limbah yang bersumber dari kegiatan yang sifatnya rumah tangga seperti buangan kamar mandi, dapur, kegiatan mencuci, dan lain-lainnya. Air limbah domestik biasanya mengandung polutan organik yang tinggi sehingga diperlukan dilakukannya pengolahan sebelum dibuang ke lingkungan. Tanpa dilakukannya pengolahan terlebih dahulu, air limbah domestik yang melebihi baku mutu akan menyebabkan terjadinya pencemaran ke badan air. Oleh karena itu, supaya tidak mencemari badan air, perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu supaya air limbah domestik yang akhirnya dilepas ke lingkungan tidak melebihi baku mutu sesuai dengan Peraturan yang ada yaitu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 68 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah (Yudo & Setiyono, 2008).

2.3 Karakteristik Air Limbah

Air limbah domestik akan menyebabkan pencemaran badan air apabila dibuang tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu. Dalam memutuskan pengolahan air limbah yang efektif dan efisien, perlu mengetahui terlebih dahulu karakteristik air limbah.

Karakteristik air limbah terbagi menjadi 3 (tiga), yaitu karakteristik fisik, kimia, dan biologis. Penjelasan karakteristik air limbah sebagai berikut (Said, 2000) :

A. Karakteristik Fisik

Karakteristik fisik pada air pada umumnya merupakan bahan-bahan padat dan yang dapat diketahui tanpa perlu dilakukan uji laboratorium terlebih dahulu yang terdapat pada air. Karakteristik fisik pada air meliputi bau, warna, dan temperatur atau suhu.

B. Karakteristik Kimia

Karakteristik kimia pada air merupakan terkandungnya zat kimia anorganik pada air yang berasal dari kegiatan produksi sebuah industri maupun hal lainnya. Karakteristik kimia pada air meliputi BOD, COD, pH, DO, Amoniak, Logam Berat, dll.

C. Karakteristik Biologi

Karakteristik biologi merupakan terkandungnya mikroorganisme pada air. Mikroorganisme pada air ini mereka memiliki peranan dalam proses dekomposisi pada suatu objek. Karakteristik biologi pada air meliputi bakteri, jamur, protozoa, dan alga

2.4 Baku Mutu Air Limbah

Baku mutu air limbah berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 68 Tahun 2016 merupakan ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah yang akan dibuang atau dilepas ke dalam sumber air dari suatu usaha dan atau kegiatan.

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH	-	6 – 9
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	30
Minyak & Lemak	mg/L	5
Amoniak	mg/L	10
Total Coliform	Jumlah/1000mL	3000
Debit	L/orang/hari	100

Sumber : PERMENLHK No 68 Tahun 2016

Berdasarkan peraturan daerah Jawa Tengah No. 5 Tahun 2012 tentang Perubahan Atas Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah No. 10 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Limbah, baku mutu air limbah domestik yang ditetapkan yaitu

Tabel 2.2 Baku Mutu Air Limbah

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH	-	6 – 9
BOD	mg/L	100
TSS	mg/L	100
Minyak & Lemak	mg/L	10

Sumber : PERDA Provinsi Jawa Tengah No 5 Tahun 2012

2.5 Peraturan Terhadap Lingkungan di Lingkup Penerbangan

Berdasarkan Undang – Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2009 Tentang Penerbangan pada pasal 10 ayat 6 di poin g berbunyi memenuhi perlindungan lingkungan dengan upaya pencegahan dan penanggulangan pencemaran yang diakibatkan dari kegiatan angkutan udara dan kebandarudaraan, dan pencegahan perubahan iklim, serta keselamatan dan keamanan penerbangan.

Undang – Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup pada pasal 68 mengatur untuk setiap orang yang berkewajiban dan bertanggungjawab untuk menjaga kelestarian lingkungan beserta fungsinya serta melakukan pengelolaan lingkungan.

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 54 Tahun 2017 tentang Pengelolaan Limbah dan Zat Kimia Pengoperasian Pesawat Udara dan Bandar Udara menyatakan bahwa terdapat beberapa langkah yang perlu dilakukan dalam pengelolaan air limbah di bandar udara, antara lain pengurangan, penyaluran, pengolahan, dan pembuangan.

2.6 Instalasi Pengolahan Air Limbah

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) merupakan sebuah sistem yang digunakan untuk mengolah limbah domestik. Industri maupun instansi yang menghasilkan limbah domestik dari kegiatan usahanya melakukan pengolahan air limbahnya guna tidak melebihi baku mutu lingkungan. Baku mutu air limbah domestik merupakan batas ukur atau batas jumlah pencemar dalam air limbah domestik yang dihasilkan dan akan dibuang ke lingkungan (Sulistia & Septisya, 2019).

Berdasarkan Undang-undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, dapat diartikan juga bahwa setiap industri maupun instansi ataupun badan usaha juga harus bertanggung jawab terhadap pengelolaan limbah yang dihasilkan. Perlu dilakukannya pengolahan terlebih dahulu oleh Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) supaya air limbah tidak memenuhi baku mutu dan tidak menimbulkan pencemaran.

2.7 Teknologi Pengolahan

Teknologi pengolahan merupakan sesuatu yang digunakan untuk mengurangi kadar pencemar pada suatu air limbah sebelum dibuang ke lingkungan atau digunakan kembali hingga menjadi sesuai baku mutu yang diperbolehkan. Proses yang dilakukan pada teknologi pengolahan ini dikelompokkan menjadi pengolahan secara fisika, kimia dan biologis (Said, 2017).

Proses pengolahan air dibagi menjadi 3 yaitu pengolahan primer, sekunder dan lanjutan. Pengolahan primer berfungsi untuk menghilangkan padatan tersuspensi, koloid dengan proses fisika atau kimia. Pengolahan secara sekunder untuk menghilangkan polutan organik terlarut dengan bantuan mikroorganisme secara biologis. Dan pengolahan lanjutan untuk meningkatkan kualitas air menggunakan proses kimia dan fisika atau kombinasi keduanya. Dalam pemilihan opsi teknologi, harus mempertimbangkan efisiensi penghilangan polutan, ketersediaan lahan, gangguan bau dan kebisingan, serta pembiayaan yang mencakup biaya operasional dan pemeliharaan (Purwatiningrum, 2018).

Terdapat 3 macam sistem atau proses pengolahan biologis yaitu proses dengan biakan tersuspensi, proses dengan biakan melekat, dan proses dengan sistem kolam. Proses biologis dengan biakan tersuspensi merupakan sistem pengolahan yang menggunakan bantuan mikroorganisme dalam penguraian senyawa polutan yang terkandung didalam air. Mikroorganisme sengaja dikembangbiakan didalam sebuah reaktor. Proses biologis dengan biakan melekat merupakan sistem pengolahan yang dimana mikroorganisme dibiakkan pada suatu media dan dibiarkan melekat pada permukaan media tersebut. Terakhir, proses pengolahan air limbah secara biologis dengan sistem kolam atau lagoon merupakan sistem menampung air limbah dalam sebuah tempat berbentuk kolam yang dimana aktifitas mikroorganisme akan tumbuh secara alami untuk mengurai senyawa polutan (Iskandar, et al., 2016).

2.8 Bakteri Koliform

Bakteri koliform didefinisikan sebagai kelompok bakteri gram negatif, berbentuk batang, oksidase negatif, aerob sampai anaerob fakultatif, tidak membentuk spora, mampu tumbuh secara aerobik pada media agar yang mengandung garam empedu dan mampu memfermentasikan laktosa membentuk gas dan asam dalam waktu 48 jam pada

suhu 37°C. Jumlah koliform yang didapat dari hasil inkubasi pada suhu 37°C dinyatakan sebagai total koliform. Sementara koliform fekal merupakan bagian dari koliform total dan dipresentasikan oleh total bakteri koliform toleran panas yang mampu tumbuh pada suhu $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ dengan memfermentasikan laktosa dan memproduksi asam dan gas.

Keberadaan bakteri koliform dalam air menjadi indikator air telah terkontaminasi dengan proses sekresi makhluk hidup yang mengandung bakteri atau virus pathogen. Bakteri tersebut yang memiliki sifat pathogen sebagian besar dapat menyebabkan penyakit. Bakteri tersebut apabila terakumulasi kedalam pencernaan manusia dapat menyebabkan penyakit seperti diare, kolera, demam tifus, dan macam-macam penyakit lainnya. Bakteri yang bersifat pathogen berasal dari famili *Enterobacteriaceae*. Nama-nama bakteri yang dapat menyebabkan penyakit antara lain *Salmonella typhi*, *Shigella spp*, *Escherechia coli*, *Vibrio cholerae*, dan *Camphylobacter jejuni*.

2.9 Desinfeksi

Desinfeksi merupakan suatu proses yang memiliki tujuan untuk mendestruksi sebagian besar mikroorganisme yang bersifat pathogen pada suatu instrumen dengan cara fisik (pemanasan) maupun kimiawi (penambahan bahan kimia). Instrumen atau bahan yang digunakan pada proses desinfeksi disebut desinfektan. Desinfektan dapat didefinisikan sebagai bahan kimia atau pengaruh fisika yang digunakan untuk mencegah terjadinya infeksi atau pencemaran jasad renik seperti bakteri dan virus dan juga untuk membunuh atau mengurangi jumlah mikroorganisme atau kuman penyakit lainnya.

Desinfektan sudah dipakai sejak tahun 1850. Desinfektan dipakai dengan menggunakan metode klorinasi. Klorinasi merupakan proses pemberian klorin kedalam air yang telah menjalani proses filtrasi dan merupakan langkah yang maju dalam proses penjernihan air. Desinfektan yang umum digunakan adalah senyawa yang mengandung klorin karena relatif stabil dan ekonomis. Klorin bertujuan untuk membunuh bakteri yang masuk kedalam air (Sawyer, C.N., et al, 2003).

Desinfektan merupakan bahan selektif yang digunakan untuk merusak penyakit yang disebabkan oleh organisme yang berasal dari bakteri, virus, dan amoeba. Desinfektan umumnya diperoleh dari bahan kimia, bahan fisika, dan radiasi. Bahan kimia yang biasa digunakan adalah klorinn dimana unsur ion-ionnya terdapat dalam senyawa kaporit. Desinfektan dari bahan fisika dapat berasal dari cahaya matahari. Radiasi UV

sangat berguna dalam sterilisasi kualitas kecil pada air karena dapat membunuh molekul dari organik dan juga organisme. Sedangkan desinfeksi secara radiasi menggunakan sinar gamma pada cara sterilisasi (Technobanoglous, G, 1991).

2.10 Kaporit

Kaporit atau kalsium hipoklorit pada proses desinfeksi bisa dengan cepat membunuh mikroorganisme yang berada dalam air. Kaporit merupakan desinfektan yang umum digunakan dalam segala bentuk baik itu kering/kristal dan bentuk larutan. Dalam bentuk kering, biasanya kaporit berupa serbuk atau butiran, tablet, atau pil. Dalam bentuk basah biasanya kristal yang ada dilarutkan dengan aquadest menurut kebutuhan desinfeksi. Kaporit terdiri lebih dari 70% bentuk klorin. Kaporit dalam bentuk butiran atau pil dapat cepat larut dalam air dan penyimpanannya ditempat kering yang jauh dari bahan kimia yang mengakibatkan korosi, dalam temperature rendah dan relatif stabil. Kaporit merupakan bahan yang mudah dicari, mudah digunakan, dan mudah dijangkau (Technobanoglous, G, 1991).

Kelemahan klorinasi adalah adanya korelasi positif antara kaporit dengan senyawa organohalogen yang merupakan reaksi antara klor dengan senyawa organik berhalogen (CHCl) yang terdapat dalam limbah. Salah satu senyawa organohalogen adalah trihalometan (THM). Semakin tinggi konsentrasi kaporit, semakin tinggi pula probabilitas terbentuknya THM. Trihalometan bersifat karsinogenik dan mutagenic. Jika kadar klorin pada air terlalu rendah, bakteri dapat berkembang dalam air. Jika kadar klorin dalam air terlalu tinggi, akan menyebabkan bau kaporit yang tajam.

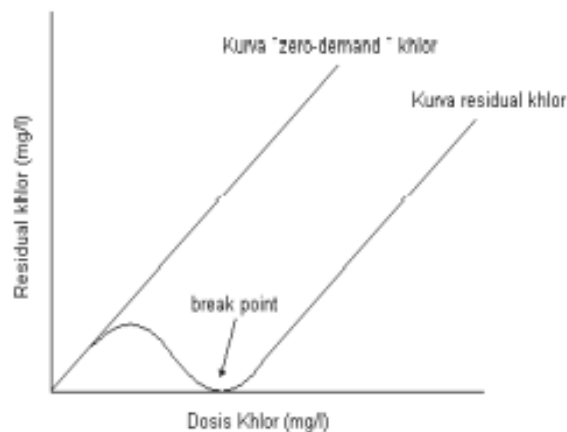
Kemampuan desinfeksi dipengaruhi beberapa faktor untuk membunuh mikroorganisme. Faktor-faktor yang mempengaruhi desinfeksi seperti konsentrasi desinfektan, jenis desinfektan, waktu kontak, dan faktor lingkungan.

2.11 Breakpoint Chlorination (BPC)

Breakpoint Chlorination (BPC) adalah penentuan klor yang dibutuhkan dalam pereaksian, sehingga semua zat yang dapat dioksidasi menjadi teroksidasi. Jumlah klorin yang harus ditambahkan untuk mencapai tingkat residu yang diinginkan disebut kebutuhan sisa klorin. Dari grafik BPC yang telah diketahui kebutuhan sisa klorinnya

bisa digunakan untuk mendapatkan persentase penyisihan dari mikroorganisme. Konsentrasi kaporit yang didapat dari hasil BPC nantinya dikalikan dengan jumlah air yang akan didesinfektan untuk mendapatkan prosentase penyisihan mikroorganisme yang optimum (Clesceri, L.S., et al., 1998).

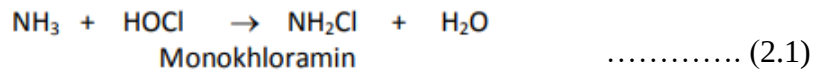
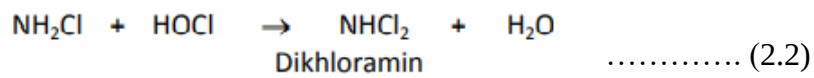
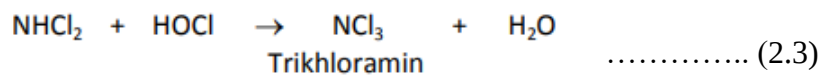
Proses yang terjadi dari penambahan kaporit didapatkan BPC adalah seperti logam-logam zat organik seperti Fe^{2+} , Mn^{2+} , H_2S dan organik lainnya akan bereaksi dengan klorin dan sebagian akan berubah menjadi ion klorida. Kelebihan klorin akan bereaksi dengan amoniak sehingga menghasilkan kloramin, jika jumlah NH_3 (amoniak) lebih banyak dari klorin maka monokloramin dan dikloramin juga banyak terbentuk (pada awal penyisihan NH_4^+). Tetapi hal ini tergantung dari pH dan temperature. Penambahan klorin secara terus menerus pada akhir breakpoint akan meningkatkan klorin bebas (yang tidak bereaksi dengan hipoklorit) sehingga peningkatan akan berlangsung selama BPC beroperasi. Persen dari penambahan klorin akan bereaksi dengan nitrogen organik dan kemungkinan akan membentuk kurva BPC. Berikut adalah grafik BPC



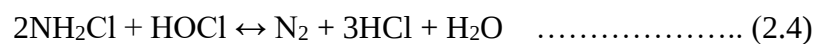
Gambar 2.1 Grafik Klorinasi dengan BPC

Sumber : Rosyidi, 2010

Reaksi amoniak dengan klorin sebagai berikut :



Apabila cukup banyak kandungan NH_3 dalam air limbah maka NH_2Cl cukup stabil dan bila kelebihan klorin, NH_2Cl akan pecah dan terbentuk gas N_2 .



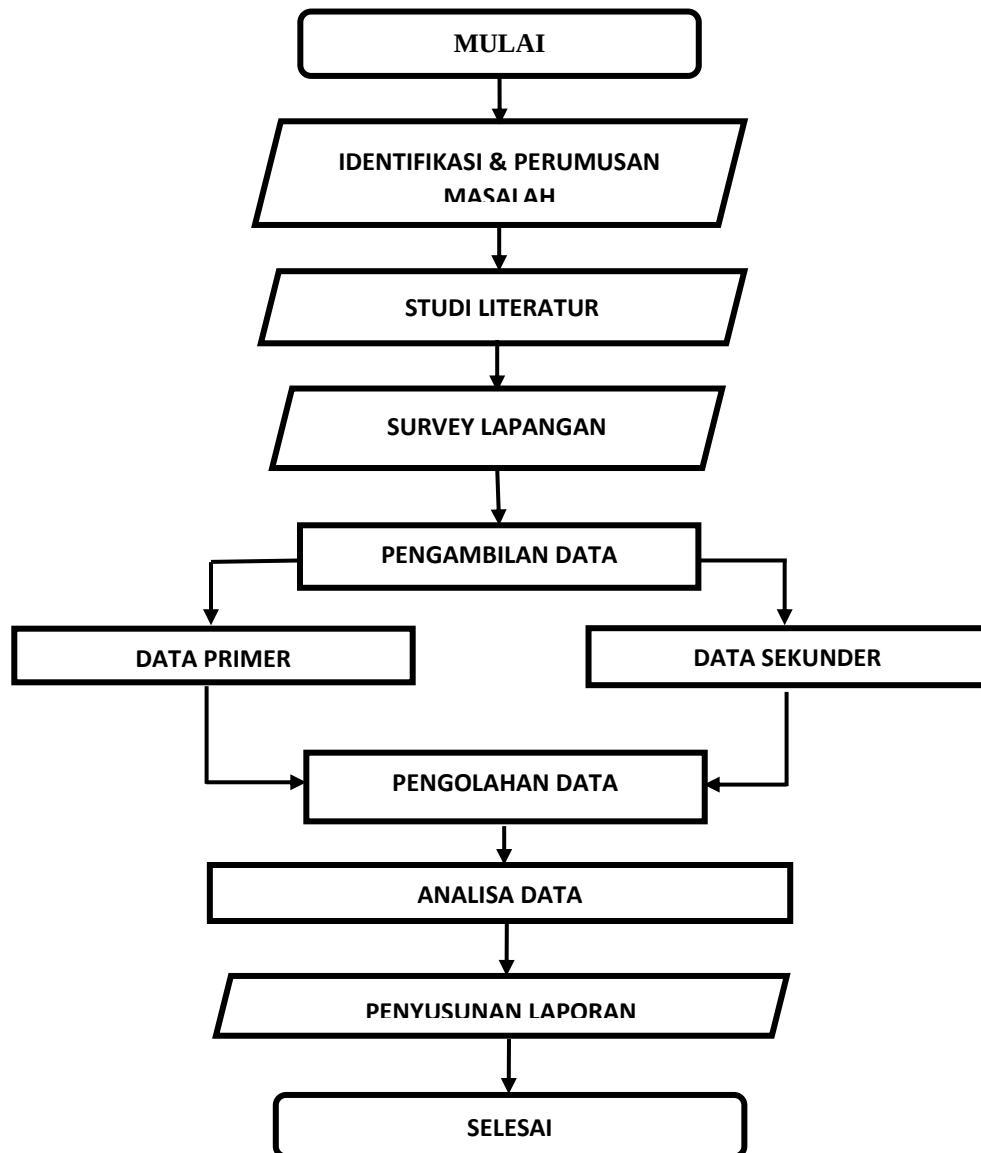
Monokloramin terbentuk secara cepat dibandingkan dengan reaksi dikloramin dan trikloramin, sehingga waktu kontak menjadi sangat penting. Potensi monokloramin teroksidasi sangat rendah dibandingkan dengan klorin dan monokloramin bereaksi sangat lambat terhadap zat organik. Semua klorin yang tersedia di air sebagai klorinamin disebut klorin tersedia terikat. Klorin bebas ditambah klorin tersedia terikat disebut klorin aktif dalam larutan.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

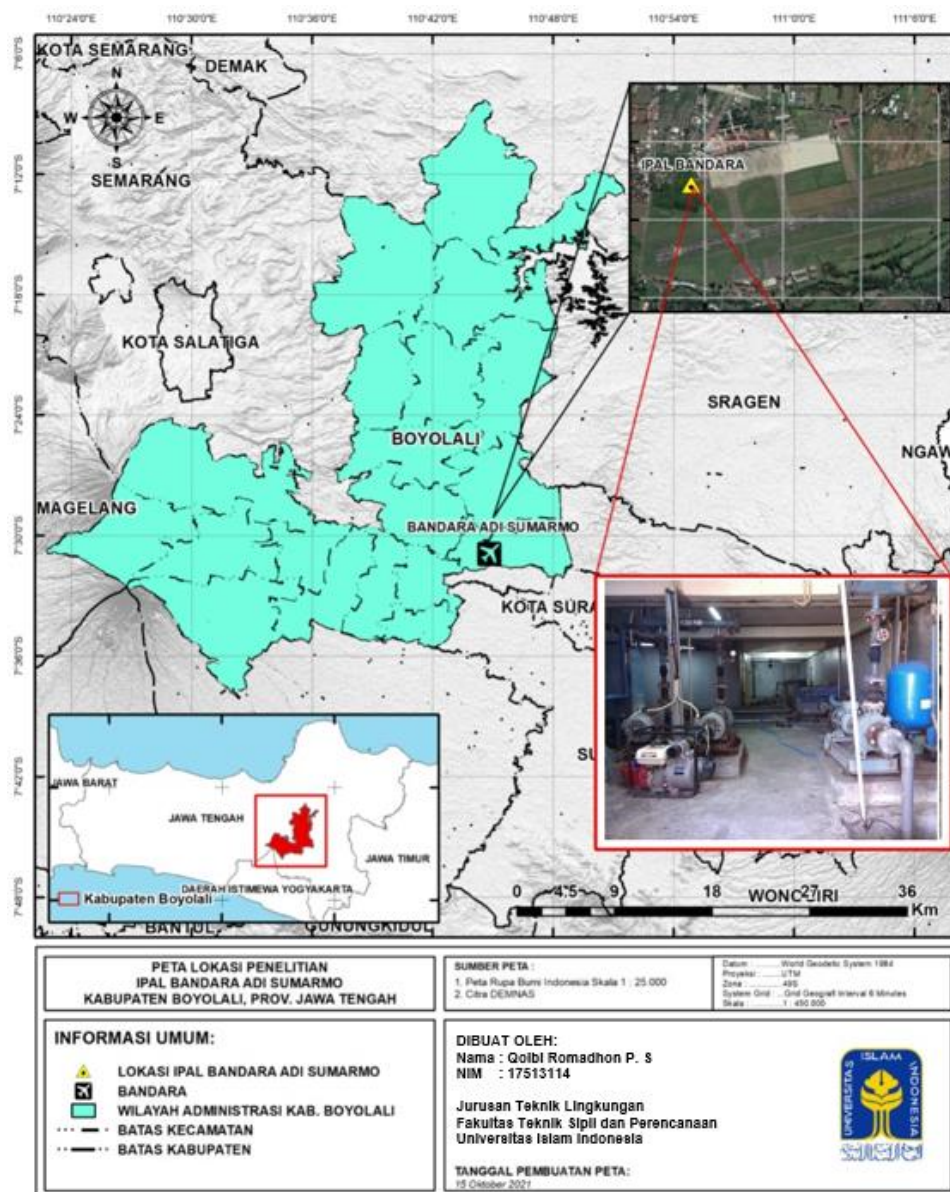
Berikut merupakan bagan/diagram alir proses penelitian dari awal penelitian hingga akhir penelitian yang dijelaskan pada Gambar 3.1 dibawah ini:



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah IPAL lama Bandara Adi Soemarmo yang terletak di Jalan Cendrawasih, Sindon 1, Ngesrep, Kecamatan Ngemplak, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah dengan melakukan pengambilan sampel di unit sedimentasi IPAL lama secara langsung di lokasi IPAL dan kemudian dilakukan penelitian di laboratorium Kualitas Air, Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia. Penelitian dilakukan pada bulan Juni 2021 dengan melakukan survei ke lokasi IPAL kemudian untuk pengambilan sampel sekaligus pengujian dilakukan hingga bulan Oktober 2021.



Gambar 3.2 Lokasi Bandara Adi Sumarmo

Tabel 3.1 Lokasi IPAL Lama

IPAL	Koordinat
Inlet	S : 07° 30' 56,0" E : 110° 44' 50,1"
Outlet	S : 07° 30' 55,0" E : 110° 44' 50,5"

3.3 Pengumpulan Data

Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu pengukuran dan perhitungan yang diperoleh melalui kegiatan sampling. Sampling ini meliputi tahap pengumpulan data dan tahap analisis data.

3.3.1 Tahap Pengumpulan Data

Berdasarkan jenis data yang dibutuhkan, maka tahap pengumpulan data dibagi menjadi 2, yaitu:

1. Data Primer

Data yang diambil secara primer yaitu data terkait sampel air pada unit sedimentasi IPAL lama Bandara Adi Sumarmo. Hasil sampling kemudian diteliti berdasarkan tingginya parameter total coliform dengan pengujian *breakpoint chlorination* (BPC) di Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia untuk mendapatkan data yang dibutuhkan. Teknik sampling menggunakan metode *grab sampling*.

2. Data Sekunder

Data yang diambil secara sekunder meliputi :

- Laporan Hasil Uji IPAL Lama Bandara Adi Soemarmo
- Data Inventarisasi Sumber Air Limbah
- DED IPAL Lama
- Neraca Massa
- Data Debit IPAL lama

- f. Titik koordinat IPAL Lama
- g. Dosis dan Jenis Klorin yang digunakan

3.3.2 Alat dan Bahan

Berdasarkan pengujian yang akan dilakukan untuk menentukan dosis optimum klor yang digunakan dengan menggunakan pengujian *Breakpoint Chlorination* (BPC), alat dan bahan yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu :

Tabel 3 2 Alat dan Bahan

Alat Bahan Pengambilan dan Pengujian				
No	Alat	Jumlah	Bahan	Konsentrasi
1	Ember + Tali	1	Sampel Air Limbah	500 mL
2	Kamera	1	Kaporit Cair	10 gram/L
3	Botol Sampel	3	Asam Asetat Glacial	50 mL
4	Cool Box	1	Kristal KI	20 gram
5	Erlenmeyer 100 ML	9	Larutan Amilum	30 mL
6	Gelas Beaker 500 mL	1	Larutan Na ₂ S ₂ O ₃ (0.0093 N)	200 mL
7	Pipet Ukur 25 mL	1		
8	Pipet Ukur 10 mL	1		
9	Pipet Tetes	1		
10	Buret dan Statif	1		
11	Cawan Petri	1		
12	Karet Hisap	1		
13	Sendok Sungu	1		

3.4 Analisis Data

Metode analisis data yang digunakan pada penelitian ini yaitu analisis deskriptif kuantitatif. Deskriptif kuantitatif merupakan penelitian yang dikemukakan dengan hipotesis yang diturunkan dari suatu teori dan kemudian diuji kebenarannya berdasarkan data empiris. Dalam penelitian ini analisis secara deskriptif kuantitatif dilakukan dengan cara melakukan pengujian sampel pada unit sedimentasi IPAL Lama di Bandara Adi Sumarmo. Pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia.

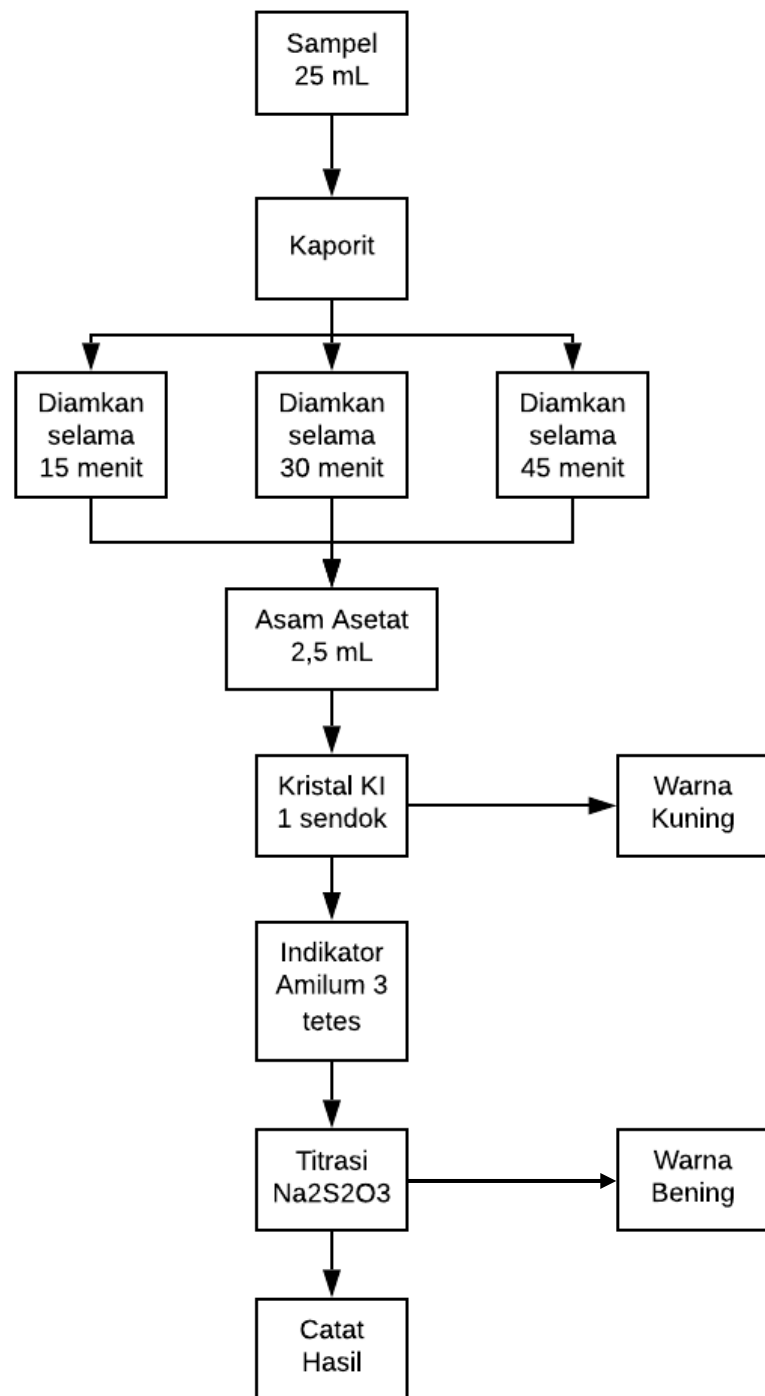
3.4.1 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel menggunakan metode *grab sampling*. *Grab sampling* merupakan teknik pengambilan sampel air dengan cara sesaat pada satu lokasi tertentu. Pengambilan sampel perlu dilakukan untuk melakukan tahap selanjutnya, yaitu tahap pengujian. Pengambilan sampel menggunakan *grab sampling* mengacu pada SNI 6989.59:2008 tentang Metoda Pengambilan Contoh Air Limbah. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan botol kaca di unit sedimentasi karena unit ini adalah unit sebelum masuk ke bak klorinasi. Permasalahan yang akan diteliti dan diuji adalah karena tingginya nilai total coliform pada IPAL Lama Bandara Adi Soemarmo.

3.4.2 Pengujian Sampel

Pengujian parameter klorin pada penelitian ini menggunakan metode titrasi iodometri. Dalam penelitian ini digunakan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dan indikator amilum yang dapat merubah warna. Bilangan peroksida dapat ditentukan dengan metode iodometri menggunakan prinsip pengukuran iod yang dibebaskan dari KI melalui oksidasi oleh peroksida.

Sampel yang diambil dibagi ke dalam 20 erlenmeyer ditambahkan dengan kaporit dengan jumlah yang berbeda dari 0,5 mL hingga 10 mL. Kaporit bubuk dilarutkan dengan aquades hingga mencapai konsentrasi 10 gram/liter. Setelah ditambahkan kaporit dengan jumlah yang berbeda, sampel dibiarkan dengan waktu kontak yang berbeda, yaitu 15 menit, 30 menit, dan 45 menit. Kemudian sampel ditambahkan asam asetat glacial 2,5 mL dan kristal KI sebanyak 1 sendok spatula. Setelah ditambahkan kristal KI, kemudian ditetaskan indikator amilum sebanyak 3 tetes. Setelah semua tahapan sudah dilalui, dititrasi dengan Natrium Thiosulfat 0,0093 N hingga warna bening dan catat.



Gambar 3 1 Titration Iodometric

3.4.3 Prosedur Analisis Data

Tahap selanjutnya setelah dilakukan pengujian dan mendapatkan titik BPC yaitu analisis data untuk mengetahui konsentrasi kaporit akhir dan residual klorin. Nilai konsentrasi kaporit akhir dan residual klorin digunakan sebagai data yang digunakan untuk membuat grafik BPC. Berikut merupakan rumus untuk mencari nilai konsentrasi kaporit akhir dan residual klorin.

Konsentrasi Kaporit Akhir

$$Nb = \frac{Na \times Va}{Vb}$$

Keterangan :

Na = konsentrasi kaporit awal

Nb = konsentrasi kaporit akhir

Va = volume kaporit awal

Vb = volume kaporit akhir

Residual Klorin Akhir

$$\text{Residual Klorin} = \frac{1000}{V \text{ sampel}} \times V \text{ titran} \times \text{Konsentrasi titran} \times \text{Ar Cl}$$

Keterangan :

V sampel = volume sampel yang digunakan (25 mL)

V titran = volume Na₂S₂O₃ yang digunakan untuk titrasi

Konsentrasi titran = konsentrasi Na₂S₂O₃ yang digunakan (0,0093 N)

Ar Cl = beban atom relatif dari Cl (35,45)

Tahap selanjutnya setelah didapat nilai konsentrasi kaporit akhir dan residual klorin akhir, yaitu mencari nilai jumlah mikroba akhir setelah didapat titik BPC dengan hukum Chick's dan hukum Chick's-Watson.

Hukum Chick's

$$\text{Log} \frac{N}{N_0} = -k \times t$$

Keterangan :

N	= jumlah mikroba di waktu t
N ₀	= jumlah mikroba di waktu 0
t	= waktu (menit)
k	= konstanta untuk mikroorganisme tertentu

Hukum Chick's-Watson

$$\text{Log} \frac{N}{N_0} = -k \times C \times t$$

Keterangan :

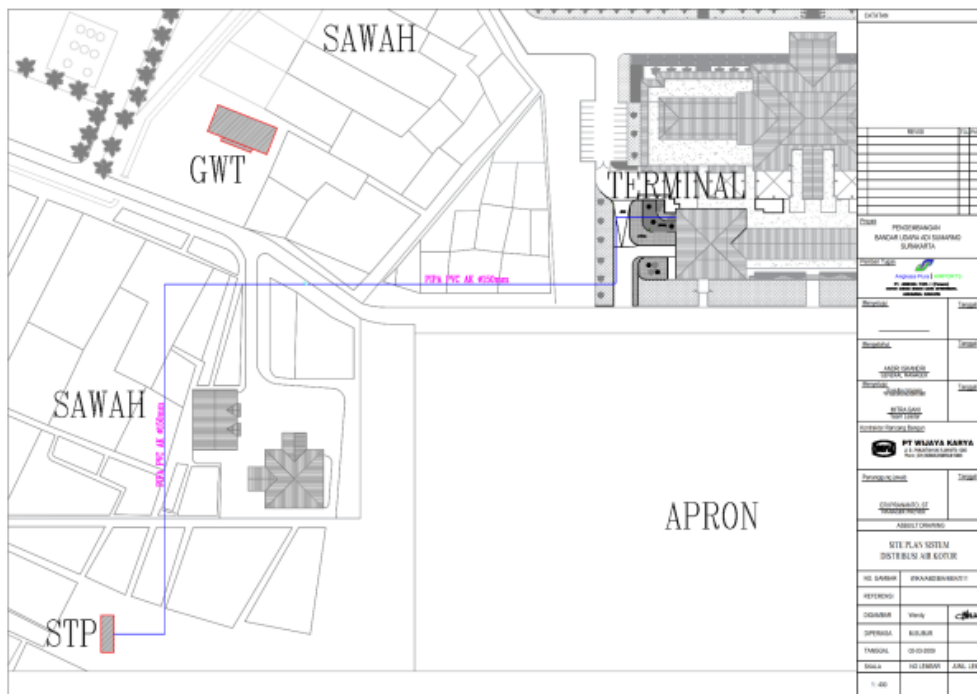
N	= jumlah mikroba di waktu t
N ₀	= jumlah mikroba di waktu 0
C	= konsentrasi desinfektan
t	= waktu (menit)
k	= konstanta untuk mikroorganisme tertentu

BAB IV

HASIL PEMBAHASAN

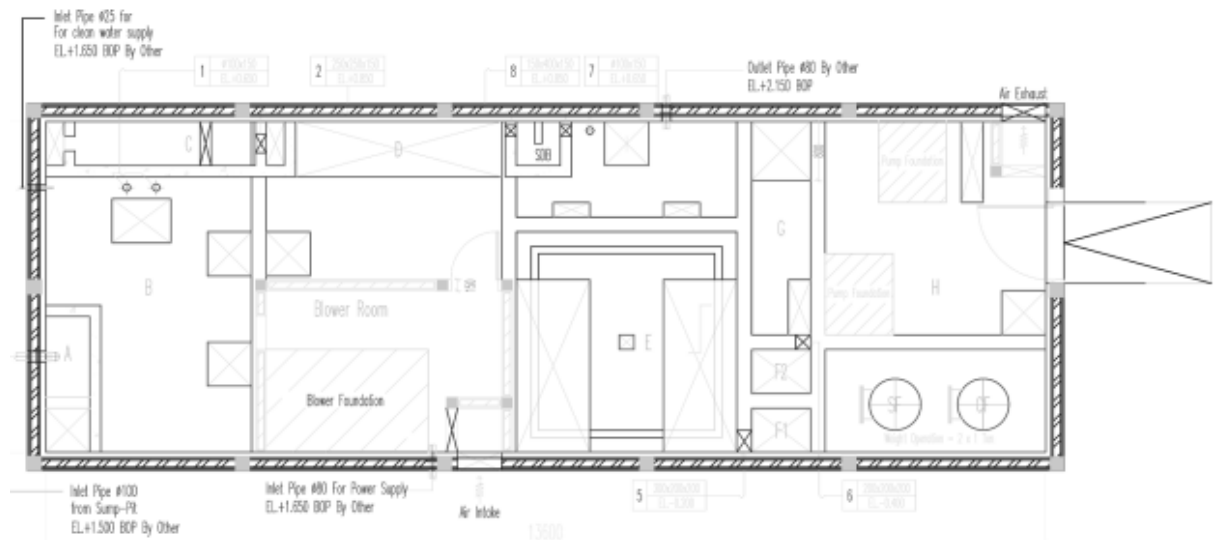
4.1 Kondisi Eksisting dan gambaran IPAL Lama Bandara Adi Soemarmo

Lokasi penelitian adalah IPAL lama Bandara Adi Soemarmo yang terletak di Jalan Cendrawasih, Sindon 1, Ngesrep, Kecamatan Ngemplak, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah penelitian. IPAL yang akan dibahas terfokus pada IPAL lama Bandara Adi Soemarmo. IPAL lama Bandara Adi Soemarmo didesain dengan kapasitas 50 m³/hari.



Gambar 4.1 Letak IPAL Bandara Adi Soemarmo, Kab. Boyolali, Jawa Tengah

IPAL lama Bandara Adi Soemarmo berada didalam sebuah ruangan tertutup yang berukuran sekitar 13,6 m x 4,5 m. Teknologi yang digunakan pada IPAL lama yaitu *Extended Aeration Modification*. Berikut merupakan layout dan tampakan dari IPAL lama Bandara Adi Soemarmo



Gambar 4.2 Layout IPAL lama Bandara Adi Soemarmo, Kab. Boyolali, Jawa Tengah



Gambar 4.3 IPAL lama Bandara Adi Soemarmo, Kab. Boyolali, Jawa Tengah

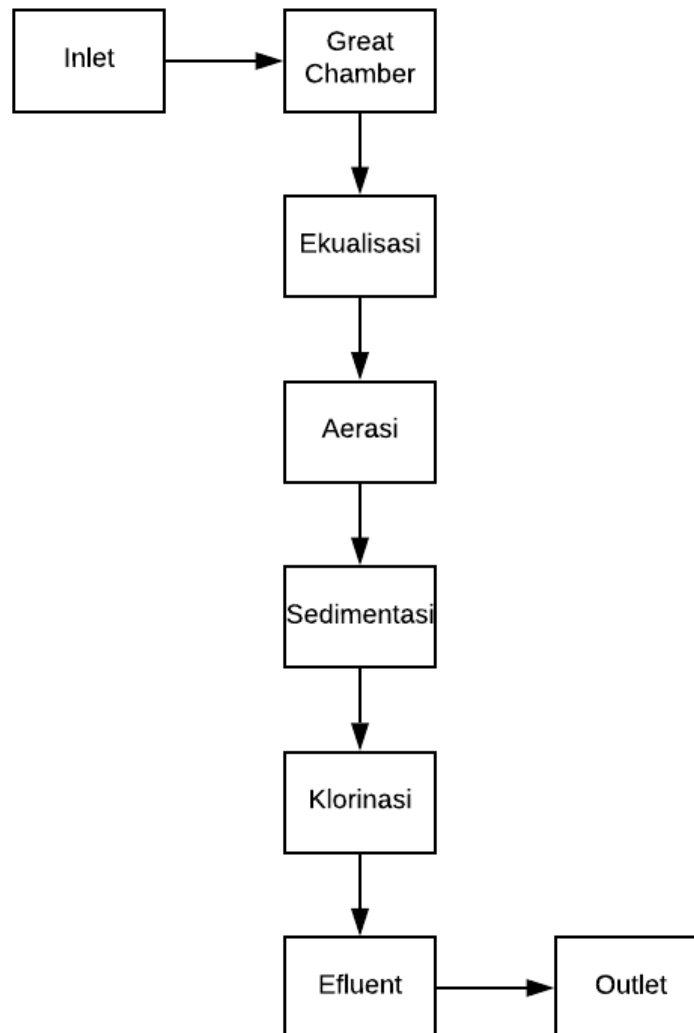
Limbah cair pada Bandara Adi Soemarmo berasal dari kegiatan kamar mandi, restoran dan juga *Air Handling Unit* (AHU). Air limbah tersebut perlu untuk dikelola supaya tidak mencemari badan air. Apabila limbah tersebut tidak dilakukan pengolahan terlebih dahulu dapat berpotensi merusak lingkungan karena terakumulasi. Sehingga pengolahan limbah domestik tersebut bertujuan supaya kualitas air sebelum dibuang ke

lingkungan sesuai baku mutu peraturan yang mengatur. Daerah pelayanan IPAL lama meliputi terminal lama dan juga gedung administrasi.

Tabel 4.1 Inventarisasi Sumber Air Limbah

Identifikasi Sumber Air Limbah	Sumber Air Limbah	
	1	2
Nama Area	Terminal Bandara Lama	Gedung Administrasi
Lokasi / Koordinat	S : 07 30 49	S : 07 30 42
	E : 110 45 02	E : 110 44 51
Sumber Pencemar Air Limbah	AHU, Toilet, Restoran	Toilet
Parameter Air Limbah	pH, TSS, COD, BOD, Amoniak, Minyak & Lemak, Total Coliform	pH, TSS, COD, BOD, Amoniak, Minyak & Lemak, Total Coliform
Diolah di unit pengolahan Air Limbah	Ya	Tidak
Dipantau / Tidak Dipantau	Dipantau	Dipantau
Debit (m3/hari)	44	1,4
Keterangan	STP 2 (Lama) - <i>Extended Aeration Modification</i>	STP 2 (Lama) - <i>Extended Aeration Modification</i>

IPAL lama Bandara Adi Soemarmo menggunakan teknologi pengolahannya yaitu *Extended Aeration Modification* yang dimana rincian masing-masing unitnya sebagai berikut



Gambar 4.4 Alur IPAL Lama Bandara Adi Soemarmo, Kab. Boyolali, Jawa Tengah

Pada penelitian ini didapat debit air yang masuk ke dalam IPAL lama dari pengamatan swapantau yang dilakukan oleh pihak Bandara Adi Soemarmo. Berikut data debit Bandara Adi Soemarmo

Tabel 4.2 Debit Inlet IPAL Lama Bandara Adi Soemarmo, Kab. Boyolali, Jawa Tengah

No	Hari, Tanggal	Debit Inlet (m ³ /hari)	Keterangan
1	1 Januari 2021	25.00	
2	2 Januari 2021	25.00	
3	3 Januari 2021	26.00	
4	4 Januari 2021	29.00	
5	5 Januari 2021	30.00	
6	6 Januari 2021	43.00	
7	7 Januari 2021	19.00	
8	8 Januari 2021	23.00	
9	9 Januari 2021	61.00	Debit Melebihi Kapasitas
10	10 Januari 2021	29.00	
11	11 Januari 2021	87.00	Debit Melebihi Kapasitas
12	12 Januari 2021	41.00	
13	13 Januari 2021	44.00	
14	14 Januari 2021	18.00	
15	15 Januari 2021	22.00	
16	16 Januari 2021	20.00	
17	17 Januari 2021	16.00	
18	18 Januari 2021	43.00	
19	19 Januari 2021	27.00	
20	20 Januari 2021	23.00	
21	21 Januari 2021	19.00	
22	22 Januari 2021	18.00	
23	23 Januari 2021	74.00	Debit Melebihi Kapasitas
24	24 Januari 2021	20.00	
25	25 Januari 2021	25.00	
26	26 Januari 2021	28.00	
27	27 Januari 2021	36.00	
28	28 Januari 2021	43.00	
29	29 Januari 2021	25.00	
30	30 Januari 2021	25.00	
31	31 Januari 2021	25.00	

Beberapa kolom diberi penanda karena melebihi kapasitas IPAL yang didesain yaitu 50 m³/hari. Indikasi debit yang masuk ke IPAL lama pada tanggal 9, 11, dan 23 Januari 2021 melebihi kapasitas yaitu karena adanya pencampuran air limbah dengan air hujan oleh karena itu perlu dilakukan relokasi jaringan plambing pada air hujan. Dari data debit masuk air limbah yang masuk ke IPAL lama Bandara Adi Soemarmo, didapat rata-rata harian di bulan Januari yaitu sebesar 31,9 m³/hari.

4.2 Analisis Kualitas Air Limbah IPAL Lama

Parameter analisis kualitas limbah domestik mengacu pada PERMEN LHK No 68 Tahun 2016 tentang baku mutu air limbah. Parameternya antara lain terdiri dari pH, BOD, COD, TSS, amoniak, minyak dan lemak, serta total coliform. Parameter tersebut merupakan sebagai acuan bagaimana kualitas air limbah domestik yang dihasilkan dan diolah oleh IPAL. Sebelum dibuang ke badan air atau sungai, diharapkan tidak memenuhi baku mutu karena akan menyebabkan pencemaran jika terdapat yang melebihi baku mutu.

Limbah cair yang bersumber dari Terminal Lama dan Gedung Administrasi diolah di IPAL Lama Bandara Adi Soemarmo. Air limbah yang masuk ke IPAL lama nantinya akan diolah terlebih dahulu untuk menurunkan nilai atau kualitas limbahnya supaya limbah yang nantinya akan dibuang ke lingkungan akan sesuai dengan baku mutu yang telah diatur.

4.2.1 Analisis Karakteristik Inlet IPAL Lama

Berikut nilai karakteristik inlet IPAL lama Bandara Adi Soemarmo, Kab. Boyolali, Jawa Tengah ini didapat dari Bandara Adi Soemarmo yang dalam pengujiannya dilakukan oleh pihak ketiga

Tabel 4.3 Karakteristik Inlet IPAL Lama Bandara Adi Soemarmo, Kab. Boyolali, Jawa Tengah

Parameter	Satuan	Hasil Pengujian	Baku Mutu
pH		7.5	6-9
Minyak & Lemak	mg/L	2.38	5
TSS	mg/L	23	30
BOD	mg/L	74	30
COD	mg/L	191	100
Amoniak	mg/L	0.39	10
Total Coliform	Jumlah/100 mL	>16000	3000

Pengambilan sampel dilakukan di inlet IPAL Lama Bandara Adi Soemarmo, Kab. Boyololi, Jawa Tengah pada 4 Juni 2021 dan diuji pada 7 – 14 Juni 2021. Dilihat dari data diatas, nilai pH didapat 7,5, nilai minyak & lemak didapat 2,38 mg/L, nilai TSS didapat 23 mg/L, nilai BOD didapat 74 mg/L, nilai COD didapat 191 mg/L, nilai amoniak

didapat 0,39 mg/L, dan nilai total coliform didapat lebih dari 16000. Jika mengacu dengan baku mutu yang didapat dari PERMENLHK No 68 Tahun 2016, masih ada beberapa parameter yang melebihi baku mutu antara lain BOD, COD, dan Total Coliform yang nilainya sangat jauh melebihi baku mutu.

4.2.2 Analisis Karakteristik Outlet IPAL Lama

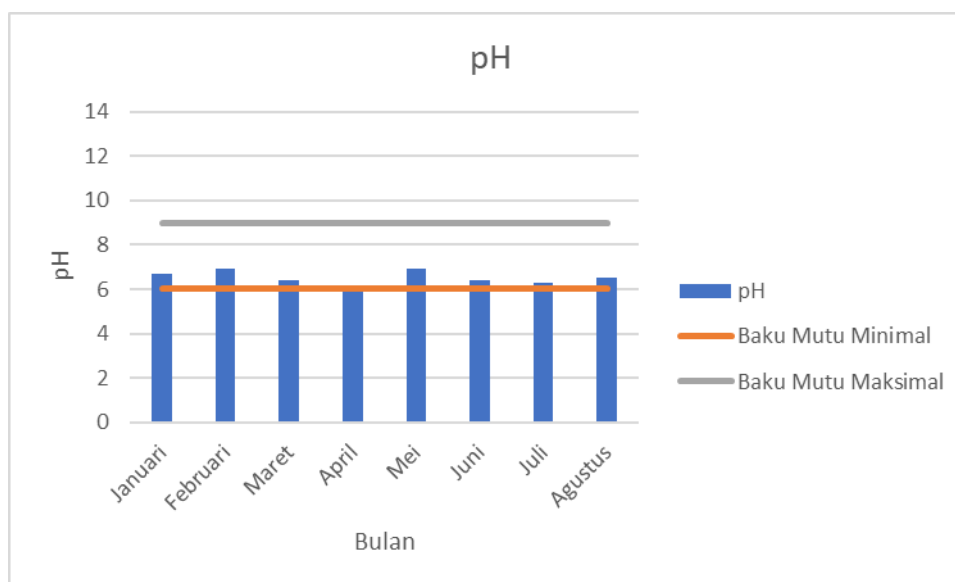
Setelah dilakukan pengambilan sampel di inlet sebagai pembanding dan diolah di IPAL, kemudian pada bagian outlet dilakukan pengambilan sampel yang dimana menjadi nilai akhir dari proses pengolahan yang telah dilakukan pada IPAL dan akan dibuang ke lingkungan. Pengambilan dan pengujian sampel selama bulan Januari sampai Agustus 2021 pada IPAL Lama Bandara Adi Soemarmo dilakukan oleh pihak ketiga. Karakteristik outlet IPAL Lama Bandara Adi Soemarmo, Kab. Boyolali, Jawa Tengah sebagai berikut

Tabel 4.4 Karakteristik Outlet IPAL Lama Bandara Adi Soemarmo, Kab. Boyolali, Jawa Tengah

Parameter	Satuan	Baku Mutu	Bulan							
			Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus
TSS	mg/L	30	9	43	22	9	34	9	9	9
Amonia	mg/L	10	0.1	2.87	0.81	0.75	1.04	0.07	0.07	0.07
BOD	mg/L	30	4	29	29	20	19	16	12	21
COD	mg/L	100	39.6	100	73.8	63.9	70.1	82.8	33.5	92.8
Minyak Lemak	mg/L	5	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38
pH		6-9	6.7	6.9	6.4	6.2	6.9	6.4	6.3	6.5
Total Coliform	Jumlah/100 mL	3000	16000	2400	1600	9200	16000	16000	2	2

A. *Potensial Hydrogen (pH)*

Potensial Hydrogen (pH) atau yang bisa disebut derajat keasaman digunakan untuk mengetahui kadar atau tingkat keasaman atau kebasaan dari sebuah cairan. Nilai pH merupakan ukuran untuk konsentrasi ion hydrogen dalam sebuah larutan. Terkait ukuran nilai pH apabila 1 – 6 berarti cairan tersebut dinilai asam, untuk nilai 7 berarti netral, dan untuk nilai 8 – 14 bernilai basa. Semakin kecil pH maka asam semakin kuat dan semakin besar nilai pH maka basa akan semakin kuat. Nilai pH dapat ditentukan dengan indicator warna maupun pH meter.

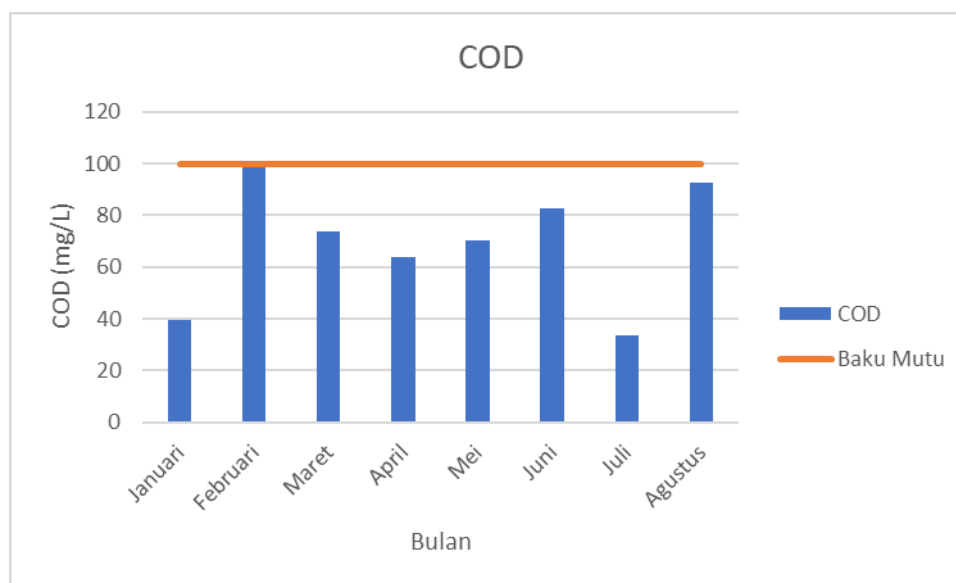


Gambar 4.5 Grafik pH pada outlet IPAL Lama

Jika dilihat pada gambar grafik nilai pH diatas selama bulan Januari sampai Agustus 2021, semua data tidak ada yang kurang maupun lebih dari baku mutu yang telah ditetapkan sehingga nilai pH pada Bandara Adi Soemarmo dapat dikatakan aman selama bulan Januari sampai Agustus 2021.

B. Chemical Oxygen Demand (COD)

COD atau *Chemical Oxygen Demand* merupakan kebutuhan oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi senyawa organik secara kimiawi. Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologis dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air.

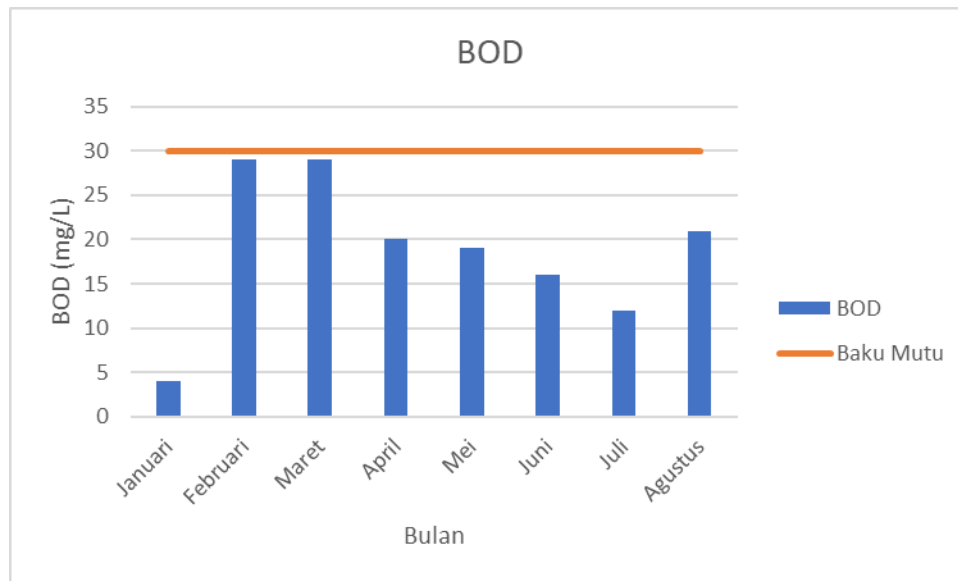


Gambar 4.6 Grafik COD pada outlet IPAL Lama

Jika dilihat pada data grafik nilai COD pada outlet IPAL lama yang dilakukan selama bulan Januari hingga Agustus 2021, semua nilai selama bulan Januari hingga Agustus 2021 masih dibawah baku mutu yang ada sehingga masih dikatakan aman pada bulan pengujian tersebut.

C. Biological Oxygen Demand (BOD)

BOD atau *Biological Oxygen Demand* yaitu jumlah oksigen yang dibutuhkan bakteri secara aerobik untuk menguraikan zat organik yang terlarut. Parameter BOD merupakan parameter yang cukup sering digunakan dalam pengujian air limbah dan air permukaan. Penentuan ini melibatkan pengukuran oksigen terlarut yang digunakan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan-bahan organik.

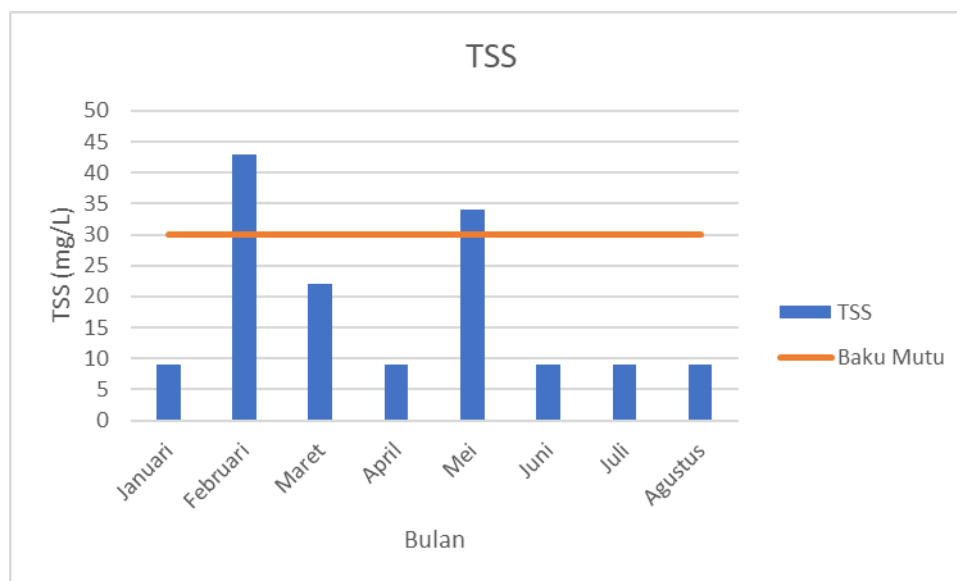


Gambar 4.7 Grafik BOD pada outlet IPAL Lama

Dapat dilihat pada tabel grafik pengujian BOD pada bulan Januari hingga Agustus 2021, jika nilai BOD pada bulan Januari hingga Agustus 2021 tidak ada yang melebihi baku mutu yang ada sehingga dapat dikatakan aman pada waktu pengujian tersebut.

D. Total Suspended Solid (TSS)

Total Suspended Solid atau TSS merupakan material halus yang ada didalam air, baik dari air limbah maupun air permukaan. Untuk pengukuran dari TSS dapat diketahui setelah menggunakan kertas saring berukuran 0,042 mm. Dampak dari adanya TSS dapat mempengaruhi atau menurunkan aktivitas fotosintesa dan penambahan suhu di permukaan air sehingga kandungan oksigen terlarut didalam air berkurang.

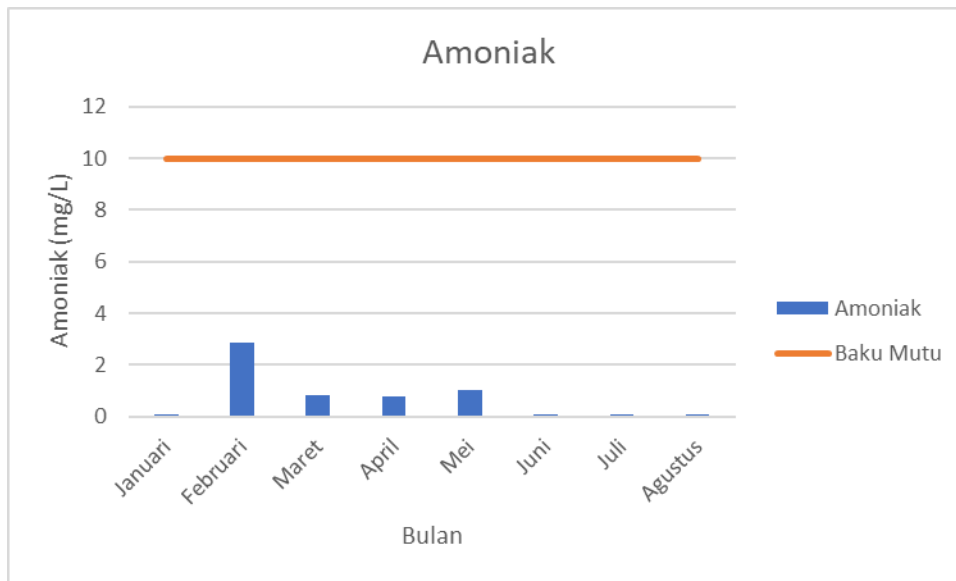


Gambar 4.8 Grafik TSS pada outlet IPAL Lama

Dapat dilihat pada tabel grafik TSS diatas, pada bulan Februari dan bulan Mei 2021 melebihi baku mutu yang telah ditetapkan. Nilai TSS pada bulan Februari yaitu sebesar 43 mg/L dan pada bulai Mei 2021 sebesar 34 mg/L, nilai ini melebihi baku mutu yaitu 30 mg/L. Namun, jika peraturan yang diacu merupakan Perda Jawa Tengah no 5 Tahun 2012 yang dimana baku mutu air TSS yaitu 100 mg/L, nilai TSS pada bulan Februari dan Mei tidak melebihi baku mutu karena masih dibawah 100 mg/L.

E. Amoniak

Amoniak merupakan berasal dari penguraian atau pembusukan protein tanaman atau hewan atau kotoran. Amoniak yang terukur dalam air merupakan amoniak total (NH_3 dan NH_4^+). Pupuk buatan pun banyak mengandung amoniak sehingga apabila terdapat pupuk yang larut dan terbawa ke air kemudian terurai didalam air akan menambah kandungan amoniak didalam air. Pada pengujian amoniak memiliki prinsip kerja amoniak akan bereaksi dengan hipoklorit dan fenol yang telah terkatalis oleh natrium nitroprusida yang kemudian membentuk senyawa biru indofenol.

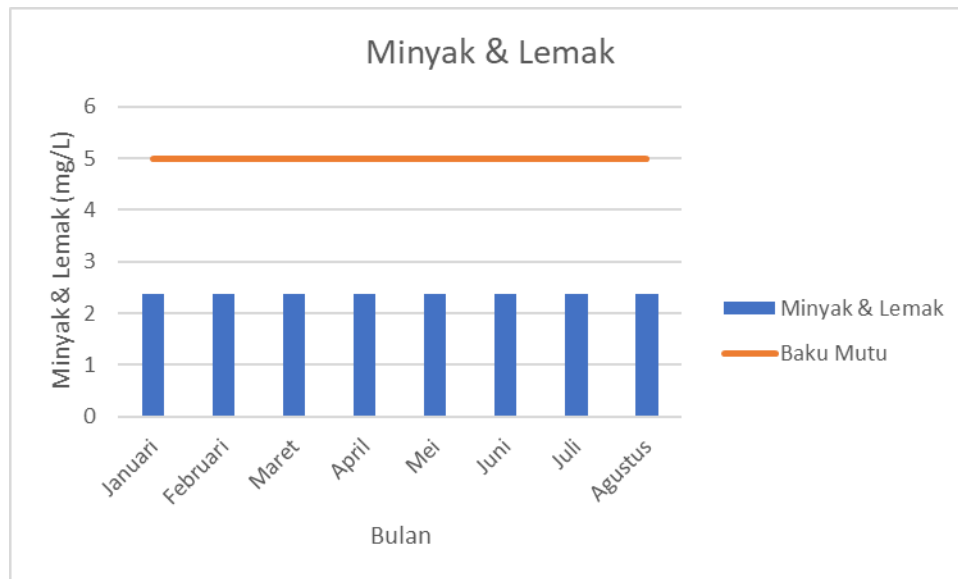


Gambar 4.9 Grafik Amoniak pada outlet IPAL Lama

Dapat dilihat dari data grafik diatas, nilai amoniak yang memiliki baku mutu sebesar 10 mg/L, selama dilakukan pengujian dari bulan Januari hingga Agustus 2021 tidak ada yang melebihi baku mutu sehingga dapat dikatakan aman pada bulan pengujian tersebut.

F. Minyak & Lemak

Minyak merupakan lemak yang sifatnya cair namun tidak dapat larut didalam air, karena sifat dari minyak relative stabil, tidak mudah terdekomposisi oleh bakteri. Oleh karena itu, kehadiran minyak dan lemak menyebabkan terjadinya pencemaran di suatu perairan. Dengan berat jenis minyak yang lebih rendah atau ringan daripada air, hal ini menyebabkan minyak akan membentuk lapisan tipis dipermukaan air. Kondisi ini yang menyebabkan konsentrasi dari oksigen terlarut dalam air menjadi berkurang. Minyak yang menghalangi permukaan air akan menghambat terjadinya fotosintesa didalam air sehingga kandungan oksigen dalam air berkurang dan terjadinya tidak keseimbangan karena sifatnya yang sulit untuk diurai oleh bakteri.

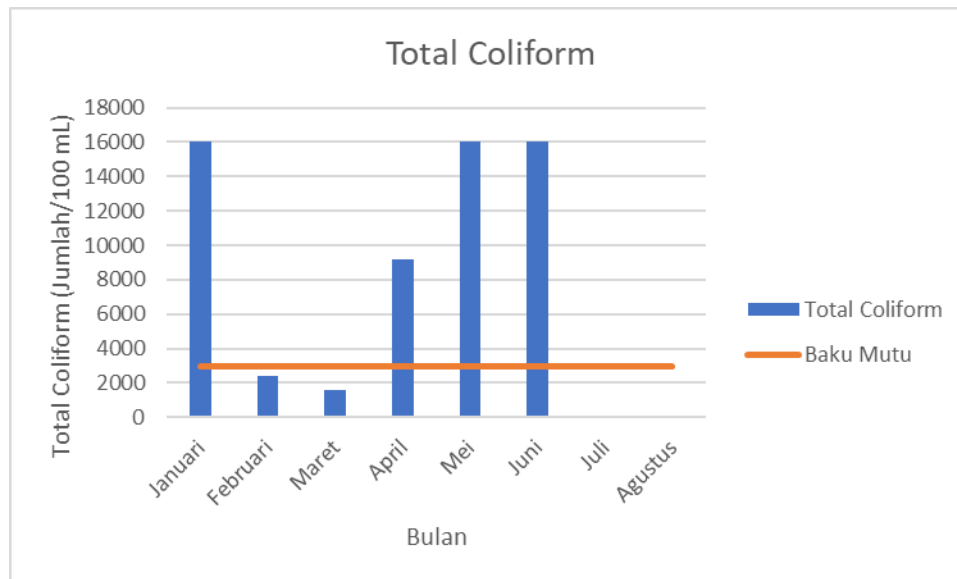


Gambar 4.10 Grafik Minyak & Lemak pada outlet IPAL Lama

Dapat dilihat pada tabel grafik pengujian minyak dan lemak yang dilakukan selama bulan Januari hingga Agustus 2021 diatas. Jika parameter yang diujikan tidak ada yang melebihi baku mutu yang telah ditetapkan sehingga pada bulan pengujian tersebut, air limbah yang telah diolah dapat dikatakan aman.

G. Total Coliform

Bakteri coliform merupakan indikator kehadiran bakteri pathogen. Bakteri pathogen ini memiliki ketahanan paling kuat atau besar terhadap desinfektan. Nilai total coliform ini berbanding lurus dengan indicator pencemaran air. Semakin banyak nilai total coliform maka kualitas air semakin baik begitu juga dengan sebaliknya.



Gambar 4.11 Grafik Total Coliform pada outlet IPAL Lama

Jika dilihat pada tabel grafik pengujian Total Coliform selama bulan Januari hingga Agustus 2021, pada bulan Januari, April, Mei, dan Juni 2021 jauh melebihi baku mutu. Total coliform yang memiliki baku mutu 3000, didapat pada bulan Januari sebesar 16000, bulan April sebesar 9200, bulan Mei sebesar 16000, dan bulan Juni sebesar 16000.

4.4. Proses Klorinasi, Pembubuhan Klor dan Evaluasi Unit Klorinasi

Unit klorinasi merupakan unit yang berfungsi untuk membunuh mikroorganisme patogen pada air limbah. Pada IPAL Lama Bandara Adi Soemarmo, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah, klor yang digunakan untuk membunuh bakteri yaitu Kalsium Hipoklorit $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ atau yang biasa disebut kaporit. Proses pemberian kaporit ini, jenis dan waktu kontak akan memengaruhi jumlah matinya mikroba.

IPAL Lama Bandara Adi Soemarmo menggunakan kaporit berbentuk kapsul dalam jenis dari klor yang digunakan. Kaporit yang dibubuhkan ke dalam unit klorinasi IPAL lama yaitu secara langsung tanpa dilarutkan terlebih dahulu sebanyak 4 kapsul dengan dosis per kapsulnya yaitu 250 gram. Pemberian kaporit di IPAL Lama dilakukan satu kali dalam sehari. Prosedur pembubuhan kaporit mengacu

dengan Juknis PUPR Pt-T-28-2000-C tentang Tata Cara Pembubuhan Kaporit Pada Unit IPA.

4.5. Evaluasi Unit Klorinasi

Tabel 4. 1 **Kriteria Perencanaan Bak Klorinasi**

Kriteria Perencanaan Bak Klorinasi			
Kriteria	Nilai	Satuan	Sitasi
Waktu detensi	30-120	menit	(Metcalf, Eddy, 2003)
Dosis Klorin	2-8	mg/L	(Qasim, 1985)
Kecepatan Aliran	2-4,5	m/menit	(Metcalf, Eddy, 2003)

Berikut merupakan data dari bak klorinasi yang ada di IPAL Lama Bandara Adi Soemarmo:

- Panjang Bak (p) : 1,5 m
- Lebar Bak (l) : 1 m
- Kedalaman Bak (h) : 2 m
- Tinggi Ruang Bebas : 0,4 m
- Jumlah unit : 1
- Qpuncak : 88 m³/hari
: 1,5 m³/jam

Sedangkan untuk perhitungan mengacu dengan kriteria desain:

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= P \times L \times T \\
 &= 1,5 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 2 \\
 &= 3 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Apermukaan} &= P \times L \\
 &= 1,5 \text{ m} \times 1 \text{ m} \\
 &= 1,5 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\text{Cek Td} = Q/V$$

$$= \frac{1,5 \frac{m^3}{jam}}{3 m^3}$$

$$= 0,5 \text{ jam}$$

$$\text{Hydraulic Loading Rate (HLR)} = Q/A$$

$$= \frac{1,5 \text{ m}^3/\text{hari}}{1,5 \text{ m}^2}$$

$$= 1 \text{ m/hari}$$

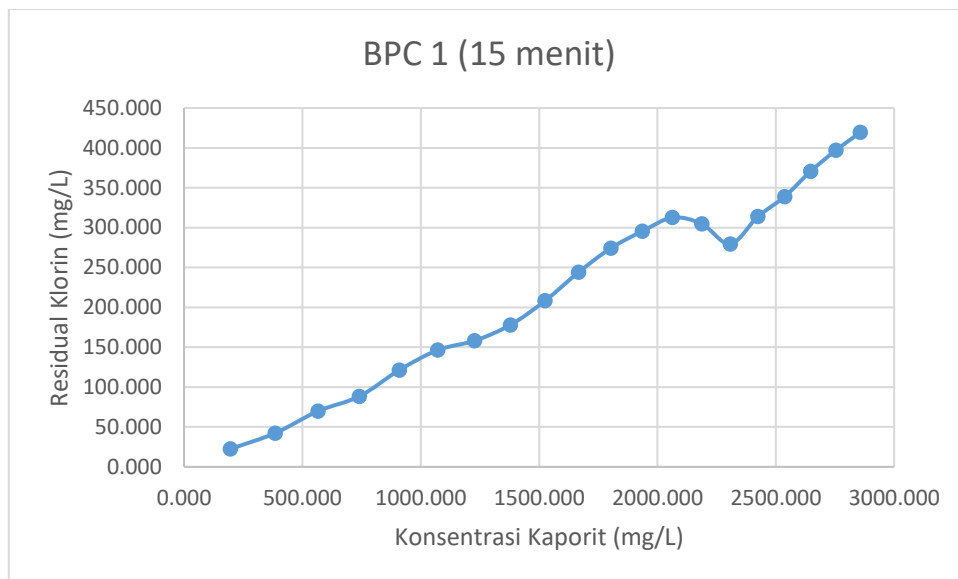
Berdasarkan perhitungan diatas, unit klorinasi membutuhkan waktu tinggal (td) sebesar 0,5 jam atau 30 menit dan nilai *hydraulic loading rate* (HLR) sebesar 1 m/hari.

4.6. Breakpoint Chlorination (BPC)

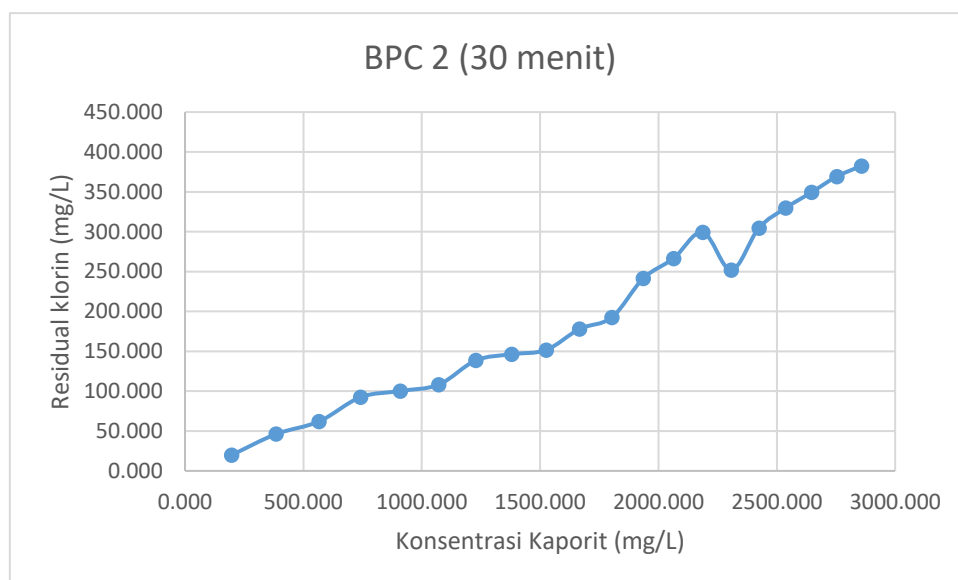
Penentuan dosis optimum kaporit yang dibubuhkan dalam sampel air berdasarkan kurva BPC. Secara teori titik BPC direpresentasikan oleh sebuah kurva yang mempunyai titik puncak maksimum dan minimum. Titik puncak minimum inilah yang disebut titik BPC.

Keuntungan dicapainya BPC yaitu senyawa ammonium teroksidisir sempurna dan mematikan bakteri pathogen secara sempurna. Waktu kontak merupakan faktor paling penting dalam proses desinfeksi. Semakin lama waktu kontak antara desinfektan dengan mikroba dalam air, maka daya bunuhnya semakin besar (Budiyono dan Sumardiono, 2013).

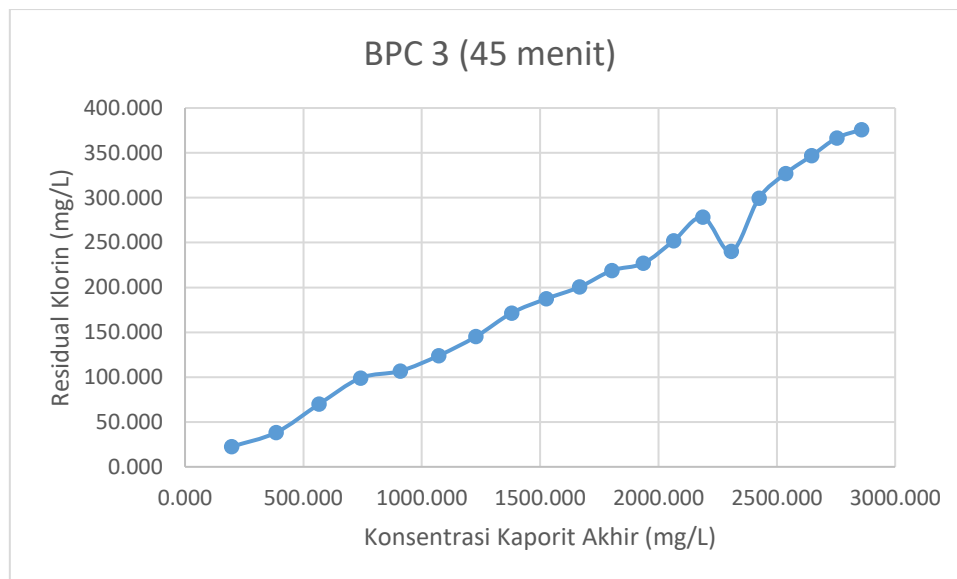
Jika dilakukan pengujian sebanyak 20 sampel dengan waktu kontak antara 15 menit, 30 menit dan 45 menit dengan penambahan larutan kaporit yang bervariasi dengan kadar kaporit 10 gram/L, sehingga didapat bentuk grafik seperti berikut



Gambar 4.12 BPC waktu kontak 15 menit



Gambar 4.13 BPC waktu kontak 30 menit



Gambar 4.14 BPC waktu kontak 45 menit

Dalam menentukan dosis kaporit menggunakan metode iodometri dimana sampel dengan penambahan kaporit dalam jumlah tertentu dan kemudian akan dititrasi menggunakan larutan standar Natrium Thiosulfat. Kemudian hasil yang didapat, dihitung kadar residual klorin selanjutnya dibuat kurva untuk mengetahui letak BPC. Dari kurva BPC dapat diketahui dosis optimum kaporit.

Perbedaan waktu kontak sampel dan penambahan kaporit digunakan untuk menjadi pembanding dalam mendapatkan titik BPC. Dengan dosis larutan kaporit yang digunakan yaitu 10 gram/L didapati hasil sesuai tabel dan grafik diatas. Perbedaan waktu kontak membuktikan jika waktu kontak menjadi faktor penting dalam proses reaksinya larutan kaporit. Pada waktu kontak 15 menit, didapati titik BPC pada penambahan kaporit 7,5 ml dan volume titrasi Natrium Thiosulfat sebesar 21,2 ml. pada waktu kontak 30 menit, didapati titik BPC pada penambahan kaporit sebanyak 7,5 ml juga namun terdapat perbedaan volume titrasi Natrium Thiosulfat sebesar 19,1 ml. Pada waktu 45 menit, titik BPC terjadi pada penambahan kaporit 7,5 ml dan volume titrasi sebesar 18,2 ml. Residual klorin pada waktu kontak 15 menit yaitu 279,573 mg/L, pada waktu kontak 30 menit yaitu 251,879 mg/L, dan pada waktu kontak 45 menit didapati residual klorin sebesar 240,011 mg/L. Hal ini membuktikan, semakin lama waktu kontak membuat nilai residu klorin semakin kecil. Dari hal tersebut dapat disimpulkan jika semakin lama waktu kontak yang diberikan maka kemampuan kaporit untuk mendegradasi mikroorganisme semakin baik pada dosis yang tepat.

4.7. Permodelan Kinetika Reaksi Desinfeksi

Permodelan kinetika reaksi desinfeksi digunakan untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi dengan waktu kontak. Hal ini menentukan bagaimana sejumlah senyawa atau bahan kimia mempercepat atau memperlambat laju reaksi pembentukan produk. Jumlah mikroorganisme awal (N_0) yang digunakan adalah 16.000 jml/100 mL yang dimana ini merupakan nilai total koliform tertinggi yang ada di IPAL Lama Bandara Adi Soemarmo. Nilai N yaitu diasumsikan 99% penyisihan dari jumlah mikroorganisme awal untuk mencapai nilai dari parameter yang diinginkan.

Hukum Chick's

$$\text{Log} \frac{N}{N_0} = -k \times t$$

Keterangan :

N	= 99% penyisihan = 160 jml/100 mL
N_0	= 16.000 jml/100 mL
t	= 30 menit
k	= konstanta laju reaksi yang dicari

$$-k = \text{Log} \frac{N}{N_0} \times t$$

$$k = 0.154/\text{menit}$$

Hukum Chick's-Watson

$$\text{Log} \frac{N}{N_0} = -k \times C \times t$$

Keterangan :

N	= 99% penyisihan = 160 jml/100 mL
N_0	= 16.000 jml/100 mL
t	= 30 menit

k = 0.154/menit

C = nilai residual klorin yang didapat apabila menyisihkan 99% jumlah mikroorganisme awal dengan waktu kontak 30 menit

$$C = \log \frac{N}{N_0} \times -k \times t$$

$$C = 1 \text{ mg/L}$$

Nilai konstanta laju reaksi dengan waktu kontak 30 menit yang didapat dengan rumus hukum Chick's yaitu sebesar 0.154/menit. Kemudian setelah didapatkan nilai konstanta laju reaksi, mencari nilai C (residual klorin) menggunakan rumus hukum Chick's-Watson apabila didapati nilai k sebesar 0.154/menit, waktu kontak 30 menit, dan menyisihkan jumlah total koliform sebesar 99% dari nilai total koliform yang ada yaitu 16.000 jml/100 mL. nilai C yang didapat yaitu sebesar 1 mg/L

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari evaluasi Instalasi Pengolahan Air Limbah (Lama) Bandara Adi Soemarmo adalah sebagai berikut:

1. Air limbah yang masuk ke Instalasi Pengolahan Air Limbah (Lama) berupa limbah domestik yang dihasilkan dari terminal lama Bandara Adi Soemarmo.
2. Nilai rata-rata hasil uji parameter air limbah pada outlet IPAL Lama Bandara Adi Soemarmo jika dibandingkan dengan baku mutu dari Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 68 Tahun 2016 sudah memenuhi baku mutu. Sedangkan parameter Total Coliform masih mendapatkan nilai yang sangat tinggi
3. Pada waktu kontak 15 menit, didapati titik BPC pada penambahan kaporit 7,5 ml dan volume titrasi Natrium Thiosulfat sebesar 21,2 ml. pada waktu kontak 30 menit, didapati titik BPC pada penambahan kaporit sebanyak 7,5 ml juga namun terdapat perbedaan volume titrasi Natrium Thiosulfat sebesar 19,1 ml. Pada waktu 45 menit, titik BPC terjadi pada penambahan kaporit 7,5 ml dan volume titrasi sebesar 18,2 ml
4. Nilai residual klorin pada waktu kontak 15 menit yaitu 279,573 mg/L, pada waktu kontak 30 menit yaitu 251,879 mg/L, dan pada waktu kontak 45 menit didapati residual klorin sebesar 240,011 mg/L
5. Konsentrasi penambahan kaporit yang digunakan dari perhitungan BPC yaitu 7,5 mL dengan waktu kontak 30 menit sesuai dengan kapasitas IPAL Lama Bandara Adi Soemarmo, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah
6. Pada titik BPC, lama waktu kontak berbanding lurus dengan hasil yang optimum. Semakin lama waktu kontak menghasilkan hasil yang lebih optimum
7. Nilai k (konstanta laju reaksi) dengan menggunakan rumus hukum Chick's yaitu 0.154/menit dan nilai C (residual klorin) yang didapat dengan menggunakan rumus hukum Chick's-Watson yaitu sebesar 1 mg/L

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan pada penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Perlu adanya evaluasi unit pengolahan sebelum desinfeksi, seperti filtrasi untuk

mendukung kinerja dari unit desinfeksi dalam membunuh bakteri pathogen

2. Penambahan larutan kaporit sebanyak 7,5 mL dengan dosis 10 gram/L secara berkala selama 30 menit pada IPAL
3. Untuk penelitian selanjutnya mengenai evaluasi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Lama di Bandara Adi Soemarmo dilakukan dengan pengambilan dan pengujian secara langsung untuk mengetahui kondisi dan hasil evaluasi yang diperoleh lebih banyak,

Daftar Pustaka

- Andreozzy R, Caprio V, Insola A, Maritta R, dan Sanchirico R. 2000. *Advanced Oxidation Processes for The Treatment of Mineral Oil Contaminated Wastewater*. *Water Resource*. 34(2): 620-628
- Budianto S dan Hariyanto T. 2017. *Analisis Perubahan Konsentrasi Total Suspended Solids (TSS) Dampak Bencana Lumpur Sidoarjo Menggunakan Citra Landsat Multi Temporal (Studi Kasus: Sungai Porong Sidoarjo)*. *Jurnal Teknik ITS*. 6(1): 130 - 135
- Carawan, R. E. 1979. *Spinoff on Wastewater Treatment of Food Processing Effluent*. Extention Special report No. AM-18J. January, 1979
- Cita, Dian Wahyu dan Adriyani, Retno. 2013. *Kualitas Air dan Keluhan Kesehatan Pengguna Kolam Renang di Sidoarjo*. *Journal Kesling* Vol.7 No.1 Juli 2013.
- Clesceri, L.S., Greenberg, A.E., Eaton, A.D. 1998. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. American Public Health Association. Washington DC.
- Iskandar, S., Fransisca, I., Arianto, E. & Rusian, A. 2016. *Sistem Pengelola Air Limbah Domestik – Terpusat Skala Pemukiman*. Jakarta: Kementerian PUPR
- Kaswinarni, F. 2007. *Kajian Teknis Pengolahan Limbah Padat dan Cair Industri Tahu*. Semarang : Universitas Diponegoro
- Kusumawati, Salindri, dkk. 2016. *Pengaruh Perkembangan Bandara Internasional Adi Soemarmo Terhadap Perubahan Penggunaan Lahan di Sekitarnya*. Surakarta : Universitas Sebelas Maret Press
- Lynch, J.M. & N.J. Poole. 1979. *Water Pollution and its Prevention*. P 226-245. In *Microbial Ecology: A Conceptual Approach*. Blackwell Scientific Publication. Oxford
- Metcalf & Eddy. 1991. *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse*, Third Edition, McGraw-Hill, New York
- Mubin F, Binilang A, dan Halim F. 2016. *Perencanaan Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik di Kelurahan Istiqlal Kota Manado*. *Jurnal Sipil Statik*. 4(3): 211- 223
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik
- Purnama, Herry dan Yuliawati, Eny. 2017. *Kajian Optimalisasi Bandar Udara Internasional Adi Sumarmo Solo melalui Peningkatan Konektivitas antara Solo-Yogyakarta dengan Angkutan Kereta Api Khusus Bandar Udara*. Jakarta : Pusat Litbang Transportasi Udara

- Purwatiningrum, Oktina. 2016. *Evaluasi Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga dan Kaitannya dengan Kesehatan Masyarakat di Kelurahan Simokerto, Kecamatan Simokerto, Kota Surabaya*. Skripsi: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga, Surabaya
- Sadi, I.A., Adebitan, E.O. 2014. *Wastewater Recycling in the Hospitality Industry*. *Academic Journal of Interdisciplinary Studies MCSER Publishing*. Rome – Italy. 3(7) : 87 – 95
- Said, Nusa. 2017. *Teknologi Pengolahan Air Limbah*. Jakarta : Erlangga
- Sari S.F dan Sutrisno J. 2018. *Penurunan total coliform pada air tanah menggunakan membrane keramik*. *Junrla Teknik Waktu*. 16(1): 30 - 38
- Sastrawijaya A.T. 2000. *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta : Rineka Cipta
- Sawyer, N.N., Mcarty, P.L., Parkin, G.F. 1994. *Chemistry for Environmental Engineering and Science*. McGraw Hill, New York
- Sulistia, Susi dan Septisya, Alifa Cahaya. 2019. *Analisis Kualitas Air Limbah Domestik Perkantoran*. *Jurnal vol 12 no 1 hal 41 – 57*. Bogor : Pusat Teknik Lingkungan, Sekolah Vokasi, Institut Pertanian Bogor
- Supriadi, T. 2008. *Pengelolaan Limbah Cair Rumah Tangga*. Jakarta : Erlangga
- Tamin, Ofyar Zainuddin. 2000. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi Edisi Kedua*. Bandung : Penerbit ITB.
- Tchobanoglous, G., Burton, F.L. 1991. *Wastewater Engineering Treatment Disposal Reuse*. McGraw Hill. New York
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup
- Wijeyekoon S, Mino T, Satoh H, dan Matsui T, 2000. *Growth and Novel Structural features of tubular biofilms*. *Journal Water Science and Technology*. 41 (4-5): 129 - 138
- Yudo, S dan Setiyono. 2008. *Perencanaan Instalasi Pengolahan Limbah Domestik di Rumah Susun Karanganyar Jakarta*. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 9(1): 31 – 40
- Zulius A. 2017. *Rancang Bangun Monitoring pH Air Menggunakan Soil Moisture Sensor di SMK N 1 Tebing Tinggi Kabupaten Lawang*. *JUSIKOM*. 2(1): 37 - 43

LAMPIRAN

1. Lampiran hasil uji IPAL Lama Bandara Adi Soemarmo, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah

PT. CITO DIAGNOSTIKA UTAMA
LABORATORIUM LINGKUNGAN
Air • Udara • Makanan

LAPORAN HASIL PENGUJIAN

Nomor Contoh Uji : 20210105071
Nama Customer : PT. Angkasa Pura 1 Bandara Adi Sumarmo
Alamat Customer : Jl. Cendrawasih, Sindon I, Ngesrep, Kec. Ngemplak, Kab. Boyolali
Jenis Contoh Uji : Air Limbah Domestik
Keterangan Contoh Uji : Contoh Uji diambil oleh CDU Lab dalam kemasan Botol Kaca Steril (100ml)
Petugas Pengambilan Contoh Uji : CDU Lab (Wellan)
Prosedur Pengambilan Contoh Uji : SNI 6989.59-2008 (Metode Pengambilan Contoh Air Limbah)
Titik Pengambilan Contoh Uji : Outlet IPAL Lama
Titik Koordinat : S: 07°30'56.08" E: 110°44'50.31"
Kondisi Cuaca : Hujan
Tgl / Jam Pengambilan Contoh Uji : 05 Januari 2021 / 14.45 WIB
Tanggal Penerimaan Contoh Uji : 05 Januari 2021
Tanggal Pengujian Contoh Uji : 06 Januari 2021 - 13 Januari 2021
Baku Mutu : PERMENLHK NO P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 (Baku Mutu Air Limbah Domestik)

No	Parameter Pengujian	Satuan	Hasil Pengujian	Nilai Ambang Batas	Metode
1	Total Coliform	Jml / 100 ml	> 16000	3000	APHA 9221B : 2012

Keterangan :
1. Parameter dicetak tebal adalah parameter terakreditasi KAN LP - 748 - IDN
Pertimbangan:
1. Hasil pengujian hanya berlaku untuk sampel yang di uji
2. Hasil pengujian untuk kalangan sendiri
3. Tidak boleh memperbanyak hasil pengujian tanpa ijin tertulis dari Laboratorium
Hal.2/2

Semarang, 13 Januari 2021
Penanggung Jawab Teknik
Sudarwin, ST, M.Kes

PT. CITO DIAGNOSTIKA UTAMA
LABORATORIUM LINGKUNGAN
Air • Udara • Makanan

LAPORAN HASIL PENGUJIAN

Nomor Contoh Uji : 20210105071
Nama Customer : PT. Angkasa Pura 1 Bandara Adi Sumarmo
Alamat Customer : Jl. Cendrawasih, Sindon I, Ngesrep, Kec. Ngemplak, Kab. Boyolali
Jenis Contoh Uji : Air Limbah Domestik
Keterangan Contoh Uji : Contoh uji diambil oleh CDU Lab dalam kemasan Botol Polyethylene (4 Liter)
Petugas Pengambilan Contoh Uji : CDU Lab (Wellan)
Prosedur Pengambilan Contoh Uji : SNI 6989.59-2008 (Metode Pengambilan Contoh Air Limbah)
Titik Pengambilan Contoh Uji : Outlet IPAL Lama
Titik Koordinat : S: 07°30'56.08" E: 110°44'50.31"
Kondisi Cuaca : Hujan
Tgl / Jam Pengambilan Contoh Uji : 05 Januari 2021 / 14.45 WIB
Tanggal Penerimaan Contoh Uji : 05 Januari 2021
Tanggal Pengujian Contoh Uji : 05 Januari 2021 - 15 Januari 2021
Baku Mutu : PERMENLHK NO P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 (Baku Mutu Air Limbah Domestik)

No	Parameter Pengujian	Satuan	Hasil Pengujian	Nilai Ambang Batas	Metode
1	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg / L	< 9	30	SNI 06.6989.3:2019
			Kimia		
1	Ammonia	mg / L	0,10	10	SNI 6989.30 : 2005
2	BOD	mg / L	< 4	30	CT LKM/K/TEK/02/73
3	COD	mg / L	39,6	100	SNI 6989.73 : 2019
4	Minyak Lemak	mg / L	< 2,38	5	SNI 6989.10 : 2011
5	pH	-	6,7	6,0 - 9,0	SNI 6989.11:2019

Keterangan :
pH : pH lapangan
Parameter cetak tebal diakreditasi oleh KAN No. : LP - 748 - IDN
Pertimbangan :
1. Hasil pengujian hanya berlaku untuk sampel yang di uji
2. Hasil pengujian hanya untuk kalangan sendiri
3. Tidak boleh memperbanyak hasil pengujian tanpa ijin tertulis dari Laboratorium
Hal.1/2

Semarang, 15 Januari 2021
Penanggung Jawab Teknik
Sudarwin, ST, M.Kes

PT. CITO DIAGNOSTIKA UTAMA
LABORATORIUM LINGKUNGAN
Air • Udara • Makanan

LAPORAN HASIL PENGUJIAN

No. Contoh Uji : 20210205072
Jenis Contoh Uji : Air Limbah
Keterangan Contoh Uji : Contoh uji diambil oleh CDU LAB MAULANA
Prosedur Pengambilan Contoh Uji : SNI 6989.59-2008 (Metode Pengambilan Contoh Air Limbah)
Titik Pengambilan Contoh Uji : OUTLET STP LAMA
Titik Koordinat : South : 07°30'56.08", East : 110°44'50.31"
Tgl/Jam Pengambilan Contoh Uji : 05 Februari 2021 / 08:50 WIB
Tanggal Pengujian Contoh Uji : 05 Februari 2021 - 22 Februari 2021
Baku Mutu : PERMENLHK NO P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 (Baku Mutu Air Limbah Domestik)

No.	Parameter Pengujian	Satuan	Hasil Pengujian	Nilai Ambang Batas	Metode
			FISIKA		
1.	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg / L	43	30	SNI 06-6989.3:2019
			KIMIA		
1.	Ammonia	mg / L	2,87	10	SNI 6986.30:2005
2.	BOD	mg / L	29	30	CT-LKM/K/TEK/02/73
3.	COD	mg / L	100	100	SNI 6989.73:2019
4.	Minyak dan Lemak	mg / L	< 2,38	5	SNI 6989.10:2011
5.	pH	-	6,9	6,0 - 9,0	SNI 6989.11:2019
			MIKROBIOLOGI		
1.	Total Coliform	Jml / 100 ml	2400	3000	APHA 9221B : 2012

Keterangan : -
pH : Lapangan
Suhu Udara : 29,5°C
Parameter cetak tebal diakreditasi oleh KAN Nomor : LP - 748 - IDN

Semarang, 01 Maret 2021
Penanggung Jawab Teknik
Sudarwin, ST, M.Kes

*Hal 2 dari 3



LAPORAN HASIL PENGUJIAN

No. Contoh Uji : 20210304023
Jenis Contoh Uji : Air Limbah
Keterangan Contoh Uji : Contoh uji diambil oleh CDU LAB MAULANA
Prosedur Pengambilan Contoh Uji : SNI 6989.59-2008 (Metode Pengambilan Contoh Air Limbah)
Titik Pengambilan Contoh Uji : OUTLET STP LAMA
Titik Koordinat : South : 07°30'56.08", East : 110°44'50.31"
Tgl/Jam Pengambilan Contoh Uji : 04 Maret 2021 / 08:30 WIB
Tanggal Pengujian Contoh Uji : 04 Maret 2021 - 17 Maret 2021
Baku Mutu : PERMENLHK NO P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 (Baku Mutu Air Limbah Domestik)

No.	Parameter Pengujian	Satuan	Hasil Pengujian	Nilai Ambang Batas	Metode
FISIKA					
1.	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg / L	22	30	SNI 06-6989.3.2019
KIMIA					
1.	Ammonia	mg / L	0.81	10	SNI 6986.30.2005
2.	BOD	mg / L	29	30	CT-LKM/IK/TEK/02/73
3.	COD	mg / L	73.8	100	SNI 6989.73.2019
4.	Minyak dan Lemak	mg / L	< 2.38	5	SNI 6989.10.2011
5.	pH		6.4	6.0 - 9.0	SNI 6989.11.2019
MIKROBIOLOGI					
1.	Total Coliform	Jml / 100 ml	1600	3000	APHA 9221B : 2012

Keterangan : -

pH : Lapangan

Suhu Udara : 29.7°C

Parameter cetak tebal diakreditasi oleh KAN Nomor : LP - 748 - IDN

Semarang, 18 Maret 2021
Penanggung Jawab Teknis

Sudarwin, ST, M.Kes

*Hal 2 dari 3



CDU LAB
Laboratorium Lingkungan



LAPORAN HASIL PENGUJIAN

No. Contoh Uji : 20210414043
Jenis Contoh Uji : Air Limbah
Keterangan Contoh Uji : Contoh uji diambil oleh CDU LAB BRYAN
Prosedur Pengambilan Contoh Uji : SNI 6989.59-2008 (Metode Pengambilan Contoh Air Limbah)
Titik Pengambilan Contoh Uji : OUTLET STP LAMA
Titik Koordinat : South : 07°30'56.08", East : 110°44'50.31"
Tgl/Jam Pengambilan Contoh Uji : 14 April 2021 / 09:05 WIB
Tanggal Pengujian Contoh Uji : 14 April 2021 - 23 April 2021
Baku Mutu : PERMENLHK NO P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 (Baku Mutu Air Limbah Domestik)

No.	Parameter Pengujian	Satuan	Hasil Pengujian	Nilai Ambang Batas	Metode
FISIKA					
1.	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg / L	< 9	30	SNI 06-6989.3.2019
KIMIA					
1.	Ammonia	mg / L	0.75	10	SNI 6986.30.2005
2.	BOD	mg / L	20	30	CT-LKM/IK/TEK/02/73
3.	COD	mg / L	63.9	100	SNI 6989.73.2019
4.	Minyak dan Lemak	mg / L	< 2.38	5	SNI 6989.10.2011
5.	pH	-	6.2	6.0 - 9.0	SNI 6989.11.2019
MIKROBIOLOGI					
1.	Total Coliform	Jml / 100 ml	9200	3000	APHA 9221B : 2012

Keterangan : -

pH : Lapangan

Suhu Udara : 30.5°C

Parameter cetak tebal diakreditasi oleh KAN Nomor : LP - 748 - IDN

Semarang, 23 April 2021

Penanggung Jawab Teknis


CDU LAB
Laboratorium Lingkungan
Sudarwin, ST, M.Kes

*Hal 2 dari 3



CDU LAB
Laboratorium Lingkungan

CDU LAB



LAPORAN HASIL PENGUJIAN

No. Contoh Uji : 20210525033
Jenis Contoh Uji : Air Limbah
Keterangan Contoh Uji : Contoh uji diambil oleh CDU LAB BRYAN
Prosedur Pengambilan Contoh Uji : SNI 6989.59-2008 (Metode Pengambilan Contoh Air Limbah)
Titik Pengambilan Contoh Uji : OUTLET STP LAMA
Titik Koordinat : South : 07°30'56.08", East : 110°44'50.31"
Tgl/Jam Pengambilan Contoh Uji : 25 Mei 2021 / 09:25 0
Tanggal Pengujian Contoh Uji : 25 Mei 2021 - 03 Juni 2021
Baku Mutu : PERMENLHK NO P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 (Baku Mutu Air Limbah Domestik)

No.	Parameter Pengujian	Satuan	Hasil Pengujian	Nilai Ambang Batas	Metode
FISIKA					
1.	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg / L	34	30	SNI 06-6989.3.2019
KIMIA					
1.	Ammonia	mg / L	1.04	10	SNI 6986.30.2005
2.	BOD	mg / L	19	30	CT-LKM/IK/TEK/02/73
3.	COD	mg / L	70.1	100	SNI 6989.73.2019
4.	Minyak dan Lemak	mg / L	< 2.38	5	SNI 6989.10.2011
5.	pH	-	6.9	6.0 - 9.0	SNI 6989.11.2019
MIKROBIOLOGI					
1.	Total Coliform	Jml / 100 ml	>16000	3000	APHA 9221B : 2012

Keterangan : -

pH : Lapangan

Suhu Udara : 31.6°C

Parameter cetak tebal diakreditasi oleh KAN Nomor : LP - 748 - IDN

Semarang, 05 Juni 2021
Penanggung Jawab Teknis


CDU LAB
Laboratorium Lingkungan
Sudarwin, ST, M.Kes

*Hal 2 dari 8



CDU LAB
Laboratorium Lingkungan

CDU LAB



LAPORAN HASIL PENGUJIAN

No. Contoh Uji : 20210605007
Jenis Contoh Uji : Air Limbah
Keterangan Contoh Uji : Contoh uji diambil oleh CDU LAB WELLAN
Prosedur Pengambilan Contoh Uji : SNI 6989.59-2008 (Metode Pengambilan Contoh Air Limbah)
Titik Pengambilan Contoh Uji : OUTLET IPAL STP LAMA
Titik Koordinat : South : 07°30'56.08", East : 110°44'50.31"
Tgl/Jam Pengambilan Contoh Uji : 04 Juni 2021 / 14.40 WIB
Tanggal Pengujian Contoh Uji : 07 Juni 2021 - 14 Juni 2021
Baku Mutu : PERMENLHK NO P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 (Baku Mutu Air Limbah Domestik)

No.	Parameter Pengujian	Satuan	Hasil Pengujian	Nilai Ambang Batas	Metode
FISIKA					
1.	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg / L	< 9	30	SNI 06-6989.3.2019
KIMIA					
1.	Ammonia	mg / L	< 0.07	10	SNI 6986.30.2005
2.	BOD	mg / L	16	30	CT-LKM/IK/TEK/02/73
3.	COD	mg / L	82.8	100	SNI 6989.73.2019
4.	Minyak dan Lemak	mg / L	< 2.38	5	SNI 6989.10.2011
5.	pH	-	6.4	6.0 - 9.0	SNI 6989.11.2019
MIKROBIOLOGI					
1.	Total Coliform	Jml / 100 ml	>16000	3000	APHA 9221B : 2012

Keterangan : -

pH :

Suhu Udara : 35,6°C

Parameter cetak tebal diakreditasi oleh KAN Nomor : LP - 748 - IDN

Semarang, 15 Juni 2021
Penanggung Jawab Teknis


CDU LAB
Laboratorium Lingkungan
Sudarwin, ST, M.Kes

*Hal 3 dari 5



CDU LAB
Laboratorium Lingkungan

CDU LAB



LAPORAN HASIL PENGUJIAN

No. Contoh Uji : 20210723004
Jenis Contoh Uji : Air Limbah
Keterangan Contoh Uji : Contoh uji diambil oleh CDU LAB TONY
Prosedur Pengambilan Contoh Uji : SNI 6989.59-2008 (Metode Pengambilan Contoh Air Limbah)
Titik Pengambilan Contoh Uji : OUTLET STP LAMA
Titik Koordinat : South : 06°30'55.94", East : 110°44'50.31"
Tgl/Jam Pengambilan Contoh Uji : 23 Juli 2021 / 08.50 WIB
Tanggal Pengujian Contoh Uji : 23 Juli 2021 - 30 Juli 2021
Baku Mutu : PERMENLHK NO P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 (Baku Mutu Air Limbah Domestik)

No.	Parameter Pengujian	Satuan	Hasil Pengujian	Nilai Ambang Batas	Metode
FISIKA					
1.	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg / L	< 9	30	SNI 6989.3.2019
KIMIA					
1.	Ammonia	mg / L	< 0.07	10	SNI 06-6986.30.2005
2.	BOD	mg / L	12	30	CT-LKM/IK/TEK/02/73 (Respirometri)
3.	COD	mg / L	33.5	100	SNI 6989.73.2019
4.	Minyak dan Lemak	mg / L	< 2.38	5	SNI 6989.10.2011
5.	pH	-	6.3	6.0 - 9.0	SNI 689.11-2019
MIKROBIOLOGI					
1.	Total Coliform	Jml / 100 ml	< 2	3000	APHA 9221B : 2012

Keterangan : -

pH :

Suhu Udara : 30.1°C

Parameter cetak tebal diakreditasi oleh KAN Nomor : LP - 748 - IDN

Semarang, 31 Juli 2021
Penanggung Jawab Teknis

 **CDU LAB**
Laboratorium Lingkungan
Sudarwin, ST, M.Kes

*Hal 2 dari 5



CDU LAB
Laboratorium Lingkungan

LAPORAN HASIL PENGUJIAN

No. Contoh Uji : 20210810026
Jenis Contoh Uji : Air Limbah
Keterangan Contoh Uji : Contoh uji diambil oleh CDU LAB (FERRI)
Prosedur Pengambilan Contoh Uji : SNI 6989.59-2008 (Metode Pengambilan Contoh Air Limbah)
Titik Pengambilan Contoh Uji : OUTLET IPAL STP LAMA
Titik Koordinat : South : 06°30'55.94", East : 110°44'50.31"
Tgl/Jam Pengambilan Contoh Uji : 10 Agustus 2021 / 09.00 WIB
Tanggal Pengujian Contoh Uji : 10 Agustus 2021 - 19 Agustus 2021
Baku Mutu : PERMENLHK NO P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 (Baku Mutu Air Limbah Domestik)

No.	Parameter Pengujian	Satuan	Hasil Pengujian	Nilai Ambang Batas	Metode
FISIKA					
1.	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg / L	< 9	30	SNI 6989.3.2019
KIMIA					
1.	Ammonia	mg / L	< 0.07	10	SNI 06-6986.30.2005
2.	BOD	mg / L	21	30	CT-LKM/IK/TEK/02/73 (Respirometri)
3.	COD	mg / L	92.8	100	SNI 6989.73.2019
4.	Minyak dan Lemak	mg / L	< 2.38	5	SNI 6989.10:2011
5.	pH	-	6.5	6.0 - 9.0	SNI 689.11-2019
MIKROBIOLOGI					
1.	Total Coliform	Jml / 100 ml	<2	3000	APHA 9221B : 2012

Keterangan : -

pH :

Suhu Udara : 29.1°C

Parameter cetak tebal diakreditasi oleh KAN Nomor : LP - 748 - IDN

Semarang, 20 Agustus 2021
Penanggung Jawab Teknis


CDU LAB
Laboratorium Lingkungan
Sudarwin, ST, M.Kes

*Hal 2 dari 5

2. Perhitungan konsentrasi kaporit akhir dan residual klorin

15 menit

No	Volume Kaporit Awal (mL)	Konsterasi Kaporit Awal (mg)	Volume Kaporit Akhir (mL)	Konsentrasi Kaporit Akhir (mL)	Volume Natrium Thiosulfat (mL)	Konsentrasi Natrium Thiosulfat (N)	Residual Klorin (mg/L)
1	0.5	10000	25.5	196.078	1.7	0.0093	22.419
2	1	10000	26	384.615	3.2	0.0093	42.200
3	1.5	10000	26.5	566.038	5.3	0.0093	69.893
4	2	10000	27	740.741	6.7	0.0093	88.356
5	2.5	10000	27.5	909.091	9.2	0.0093	121.324
6	3	10000	28	1071.429	11.1	0.0093	146.380
7	3.5	10000	28.5	1228.070	12	0.0093	158.249
8	4	10000	29	1379.310	13.5	0.0093	178.030
9	4.5	10000	29.5	1525.424	15.8	0.0093	208.361
10	5	10000	30	1666.667	18.5	0.0093	243.967
11	5.5	10000	30.5	1803.279	20.8	0.0093	274.298
12	6	10000	31	1935.484	22.4	0.0093	295.398
13	6.5	10000	31.5	2063.492	23.7	0.0093	312.541
14	7	10000	32	2187.500	23.1	0.0093	304.629
15	7.5	10000	32.5	2307.692	21.2	0.0093	279.573
16	8	10000	33	2424.242	23.8	0.0093	313.860
17	8.5	10000	33.5	2537.313	25.7	0.0093	338.916
18	9	10000	34	2647.059	28.1	0.0093	370.566
19	9.5	10000	34.5	2753.623	30.1	0.0093	396.941
20	10	10000	35	2857.143	31.8	0.0093	419.359

30 menit

No	Volume Kaporit Awal (mL)	Konsterasi Kaporit Awal (mg)	Volume Kaporit Akhir (mL)	Konsentrasi Kaporit Akhir (mL)	Volume Natrium Thiosulfat (mL)	Konsentrasi Natrium Thiosulfat (N)	Residual Klorin (mg/L)
1	0.5	10000	25.5	196.078	1.5	0.0093	19.781
2	1	10000	26	384.615	3.5	0.0093	46.156
3	1.5	10000	26.5	566.038	4.7	0.0093	61.981
4	2	10000	27	740.741	7	0.0093	92.312
5	2.5	10000	27.5	909.091	7.6	0.0093	100.224
6	3	10000	28	1071.429	8.2	0.0093	108.137
7	3.5	10000	28.5	1228.070	10.5	0.0093	138.468
8	4	10000	29	1379.310	11.1	0.0093	146.380
9	4.5	10000	29.5	1525.424	11.5	0.0093	151.655
10	5	10000	30	1666.667	13.5	0.0093	178.030
11	5.5	10000	30.5	1803.279	14.6	0.0093	192.536
12	6	10000	31	1935.484	18.3	0.0093	241.329
13	6.5	10000	31.5	2063.492	20.2	0.0093	266.385
14	7	10000	32	2187.500	22.7	0.0093	299.354
15	7.5	10000	32.5	2307.692	19.1	0.0093	251.879
16	8	10000	33	2424.242	23.1	0.0093	304.629
17	8.5	10000	33.5	2537.313	25	0.0093	329.685
18	9	10000	34	2647.059	26.5	0.0093	349.466
19	9.5	10000	34.5	2753.623	28	0.0093	369.247
20	10	10000	35	2857.143	29	0.0093	382.435

45 menit

No	Volume Kaporit Awal (mL)	Konsterasi Kaporit Awal (mg)	Volume Kaporit Akhir (mL)	Konsentrasi Kaporit Akhir (mL)	Volume Natrium Thiosulfat (mL)	Konsentrasi Natrium Thiosulfat (N)	Residual Klorin (mg/L)
1	0.5	10000	25.5	196.078	1.7	0.0093	22.419
2	1	10000	26	384.615	2.9	0.0093	38.243
3	1.5	10000	26.5	566.038	5.3	0.0093	69.893
4	2	10000	27	740.741	7.5	0.0093	98.906
5	2.5	10000	27.5	909.091	8.1	0.0093	106.818
6	3	10000	28	1071.429	9.4	0.0093	123.962
7	3.5	10000	28.5	1228.070	11	0.0093	145.061
8	4	10000	29	1379.310	13	0.0093	171.436
9	4.5	10000	29.5	1525.424	14.2	0.0093	187.261
10	5	10000	30	1666.667	15.2	0.0093	200.448
11	5.5	10000	30.5	1803.279	16.6	0.0093	218.911
12	6	10000	31	1935.484	17.2	0.0093	226.823
13	6.5	10000	31.5	2063.492	19.1	0.0093	251.879
14	7	10000	32	2187.500	21.1	0.0093	278.254
15	7.5	10000	32.5	2307.692	18.2	0.0093	240.011
16	8	10000	33	2424.242	22.7	0.0093	299.354
17	8.5	10000	33.5	2537.313	24.8	0.0093	327.048
18	9	10000	34	2647.059	26.3	0.0093	346.829
19	9.5	10000	34.5	2753.623	27.8	0.0093	366.610
20	10	10000	35	2857.143	28.5	0.0093	375.841

3. Dokumentasi kegiatan



RIWAYAT HIDUP

Saya Qolbi Romadhon Putra Santosa, lahir di Cilacap, 12 Desember 1999. Saya merupakan anak pertama dari pasangan Gawang Imam Santosa dan Yuni Prihatiningsih. Saya memiliki seorang adik yang bernama Sheva Dzikrullah Santosa. Sebelum kuliah, saya selalu bersekolah di tempat kelahiran saya di Cilacap. SD Patra Mandiri, SMP Negeri 1 Cilacap, dan SMA Negeri 1 Cilacap menjadi almamater saya sebelum kuliah. Saat ini sedang menempuh Pendidikan tinggi di Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Selama menempuh kehidupan di dunia perkuliahan, saya juga aktif mengikuti kegiatan non akademik, baik itu organisasi kampus maupun kegiatan kedaerahan. Organisasi yang pernah diikuti selama di UII yaitu Lembaga Eksekutif Mahasiswa Universitas Islam Indonesia sebagai staff fungsionaris Kreasi Mahasiswa. Kemudian menjadi Kepala Bidang Kajian Strategis Lembaga Eksekutif Mahasiswa FTSP UII dan di tahun 2021/2022 diamanahi untuk menjadi Ketua Umum LEM FTSP UII. Selain organisasi di kampus, saya juga kerap mengikuti kegiatan kedaerahan, baik itu di bidang kesenian dan kebudayaan, Pendidikan, serta di bidang pengabdian masyarakat daerah.

Pada bidang akademik, saya pernah melakukan Kerja Praktik di PT. Solusi Bangun Indonesia Tbk Pabrik Cilacap pada tahun 2020.