

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Industri tekstil adalah industri yang paling banyak mengonsumsi air untuk seluruh tahapan proses tekstil. Berdasarkan *The World Bank*, memperkirakan air limbah dunia yang berasal dari industri tekstil dapat mencapai sekitar 17% - 20%. Jumlah air yang digunakan sangat bervariasi di berbagai industri dan juga tergantung pada prosesnya (Urbina-Suarez dkk, 2024). Air didalam pengolahan basah tekstil merupakan media utama dalam melarutkan zat warna, zat pembantu, maupun zat-zat lainnya. Selain proses di atas, kebutuhan air untuk *ion exchange*, boiler, *air condition*, *steam*, dan *washing* juga memerlukan banyak air dengan rata-rata konsumsi sebesar 1,6 juta liter air untuk 8000 kg kain per hari (Kant, 2012).

Setelah air tersebut dikonsumsi dan melewati proses basah tekstil, maka menghasilkan limbah cair yang akan dibuang di lingkungan dengan konsentrasi polutan yang tinggi sehingga perlu diolah kembali. Limbah cair tersebut dapat diolah dengan teknik pengolahan limbah cair tekstil yang umum digunakan yaitu dengan metode kimia, metode fisika, metode biologi, ataupun kombinasi dari ketiga metode tersebut yang bertujuan untuk meningkatkan proses pengolahan limbah sehingga aman dibuang di lingkungan dan mampu terurai secara alami. Menurut (Athikoh dkk, 2021) metode tersebut memiliki kekurangan sehingga perlu adanya metode yang lebih efisien dan mampu melakukan pengolahan limbah cair tekstil yang lebih maksimal yaitu dengan metode oksidasi lanjutan (*Advanced Oxidation Process* (AOP)).

*Advanced Oxidation Processes* (AOP) merupakan teknologi alternatif pengolahan limbah cair yang cukup ekonomis karena mampu menghemat tempat, menghemat energi, menghemat biaya, aman, sederhana, proses pengolahannya cepat dan cukup efektif. Beberapa parameter AOP yang berpengaruh terhadap hasil pengolahan limbah diantaranya pH dan waktu kontak. Metode AOP juga memiliki keunggulan antara lain, yaitu dapat mendegradasi polutan organik yang sukar terdegradasi dengan proses konvensional, dapat mengoksidasi zat warna yang tidak bisa diuraikan dengan teknologi lain, dan dapat mendegradasi senyawa-senyawa berbahaya yang bersifat *non-biodegradable* dalam limbah melalui proses

oksidasi (Maryudi dkk, 2021). Salah satu proses oksidasi lanjutan yakni dengan proses ozonasi menggunakan ozon. Ozon mempunyai sifat reaktif, selektif, dan merupakan oksidator yang kuat. Proses pengolahan limbah cair juga dapat dilakukan dengan proses oksidasi oleh ozon gelembung mikro yang telah mengalami pengolahan limbah dengan proses koagulasi (secara kimia) untuk meningkatkan proses oksidasi guna mendegradasi pewarna pada limbah cair tekstil tersebut. (Athikoh dkk, 2021)

Penelitian yang sebelumnya telah dilakukan oleh (Athikoh dkk, 2021) menggunakan kapasitas ozon sebesar 50,4 g/jam, 67,7 g/jam, dan 86,4 g/jam dengan variasi waktu pengolahan limbah selama 60, 120, 180, dan 540 menit menunjukkan bahwa pewarna dalam limbah cair tekstil mampu tereduksi secara optimum pada kapasitas ozon sebesar 86,4 g/jam dengan waktu pengolahan limbah selama 540 menit. Hal tersebut menunjukkan bahwa proses degradasi pewarna akan semakin tinggi jika waktu pengolahan limbah tersebut semakin lama dan nilai kapasitas ozon yang digunakan juga semakin besar.

Politeknik STTT Bandung saat ini memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) untuk pengolahan limbah cair tekstil dengan metode ozon yang sebelumnya telah melewati proses koagulasi-flokulasi dan MBBR. Akan tetapi, belum diketahui berapakah efisiensi kinerja penyisihan, *Energy Yield*, biaya yang dikeluarkan untuk proses pengolahan limbah, dan potensi dari pengolahan air limbah tersebut agar dapat digunakan kembali untuk proses basah tekstil. Maka, dilakukanlah penelitian pengolahan air limbah tekstil di IPAL Politeknik STTT Bandung dengan metode ozon. Dengan demikian diangkat permasalahan tersebut sebagai judul: **“Efisiensi Kinerja IPAL Politeknik STTT Bandung dengan Metode Ozon dan Potensi Penggunaan kembali Air Limbah untuk Proses Pencelupan Zat Warna Reaktif”**

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penulis mengidentifikasi masalah yang dapat dianalisa sebagai berikut:

1. Apakah pengolahan air limbah tekstil metode ozon di IPAL Politeknik STTT Bandung mampu menyisihkan limbah cair tekstil yang dihasilkan di laboratorium Kimia Tekstil Politeknik STTT Bandung?

2. Berapa besar *Energy Yield* untuk setiap tahapan proses pengolahan air limbah cair tekstil?
3. Berapa biaya pengeluaran untuk pengolahan limbah cair metode ozon?
4. Apakah air hasil pengolahan ozon dapat digunakan untuk proses basah tekstil?

### 1.3 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja penyisihan *Energy Yield*, dan biaya pengolahan limbah cair tekstil dengan metode ozon.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan efisiensi kinerja IPAL dan potensi penggunaan kembali air limbah dengan metode ozon untuk proses basah tekstil.

### 1.4 Kerangka Pemikiran

Politeknik STTT Bandung memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan menggunakan metode ozon yang sebelumnya telah melewati proses koagulasi-flokulasi dan MBBR. Pengolahan air limbah dengan metode koagulasi-flokulasi ini diolah dengan cara memisahkan sejumlah kecil partikel-partikel halus yang kandungan zat warna yang tinggi dan bebas dari partikel-partikel solid maupun suspensi (Kusuma, 2022). Salah satu jenis limbah cair tekstil yang memiliki kandungan zat warna yang tinggi, proses koagulasi-flokulasinya tidak bisa diterapkan dengan baik karena larutan tersebut hanya memiliki sedikit partikel-partikel (materi) yang tersuspensi. Oleh karena itu, perlu dilakukan secara bertahap pada proses ini agar partikel-partikel tersuspensi terlebih dahulu (Rusydi dkk, 2017). Setelah dilakukannya metode koagulasi-flokulasi, dilanjutkan dengan metode *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR). Menurut (Ahl dkk, 2006) MBBR merupakan sistem pengolahan lumpur aktif dengan *carrier* yang bergerak bebas di dalam reaktor. *Carrier* merupakan benda yang menjadi tempat melekatnya biofilm dari berbagai koloni mikroba. Reaktor dalam MBBR dapat beroperasi dalam kondisi aerob maupun anaerob (Weiss dkk, 2005). Mikroba yang mengurai tidak hanya mikroba yang melekat pada *carrier* tetapi juga mikroba yang tersuspensi dalam cairan limbah, yang nantinya akan mengendap dan terpisah menjadi lumpur aktif (Ahl dkk, 2006).

Penelitian yang akan dilakukan nanti yaitu untuk mengetahui kinerja metode ozon dalam proses pengolahan air limbah tekstil. Ozon adalah zat pengoksidasi kuat

yang banyak digunakan dalam pengolahan air limbah yang memiliki efisiensi tinggi pada nilai pH tinggi. Ozon juga bereaksi dengan senyawa air limbah dengan cara *direct* dan *indirect* (Hutagalung dkk, 2020). Disebutkan juga dalam penelitian (Sururi, M.R, dkk, 2012) metode ozonasi tidak menghasilkan produk sampingan dalam jumlah besar seperti pengolahan konvensional serta tidak memerlukan lahan yang besar.

Pada penelitian ini akan dianalisis parameter limbah dalam bak ekualisasi, koagulasi-flokulasi, MBBR, dan ozon dengan mengetahui berapakah efisiensi penyisihannya. Dengan dapat dihitungnya efisiensi penyisihan, diketahui konsentrasi awal dari limbah, diketahui volume limbah yang diolah, dan diketahui daya serta waktu, maka akan diketahui *Energy Yield*. Ketika terjadi efisiensi penyisihan maka, dengan diketahui energi listrik yang digunakan dapat diperoleh *Energy Yield* di setiap tahapan prosesnya dengan mengalikan konsentrasi awal polutan (mg/L) dengan volume reaktor (L) dan *conversion* atau efisiensi penyisihan (%), dibagi dengan daya (P) dikali waktu (jam).

Dapat diperoleh hasil *Energy Yield*, kemudian dihitung juga biaya yang dikeluarkan pada proses koagulasi-flokulasi, MBBR, dan ozon pengolahan air limbah tersebut. Tahap ini dilakukan untuk mendapatkan efisiensi biaya yang paling tinggi diantara tahapan proses di IPAL Politeknik STTT Bandung.

## **1.5 Metodologi Penelitian**

Agar mencapai maksud dan tujuan penelitian yang telah ditetapkan maka, disusun metode penelitian sebagai berikut:

### **1.5.1 Studi Pustaka**

Studi pustaka dilakukan untuk mendapatkan informasi pendahuluan berupa teori-teori yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan serta untuk menunjang kelancaran proses penelitian. Informasi yang didapatkan diperoleh dari bahan ajar, jurnal-jurnal penelitian, dan Perpustakaan Politeknik STTT Bandung.

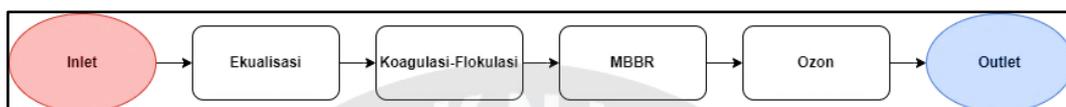
### **1.5.2 Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan yaitu reaktor Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang sudah tersedia di Politeknik STTT Bandung. Sedangkan untuk pengujian yang diuji

di Politeknik STTT Bandung yaitu ketuaan warna, kerataan warna, beda warna, dan suhu. Alat-alat uji yang dibutuhkan yakni untuk uji ketuaan warna, kerataan warna, beda warna menggunakan spektrofotometer, dan uji suhu menggunakan *thermometer*. Bahan kimia yang dibutuhkan yaitu zat warna reaktif,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , dan kain kapas.

### 1.5.3 Percobaan 1

Percobaan 1 dilakukan di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Politeknik STTT Bandung, dengan tahapan proses sebagai berikut:



Gambar 1. 1 Tahapan Proses Pengolahan IPAL Politeknik STTT Bandung

Berdasarkan Gambar 1.1 dapat dilihat bahwa IPAL Politeknik STTT Bandung diolah dengan melewati proses ekualisasi, koagulasi-flokulasi, MBBR, dan ozon. Maka dalam penelitian ini, diambil sampel limbah di setiap tahapan proses yang kemudian diukur parameter limbahnya. Dilakukan analisis dari hasil pengukuran tersebut sehingga dapat diketahui efisiensi penyisihan yang terjadi yang nantinya dapat diketahui kinerja di IPAL Politeknik STTT Bandung. Pada tahap akhir yaitu ozon, ditambah dengan pengujian kualitas air karena hasil pengolahan limbah cair tersebut selanjutnya akan digunakan untuk proses pencelupan.

### 1.5.4 Pengujian

Parameter pengujian nilai BOD, COD, TS, TSS, TDS, kekeruhan, Cr Total, kesadahan, dan Fe Total diujikan di UPTD Laboratorium Lingkungan Hidup DLH Jawa Barat dan Institut Teknologi Bandung (ITB). Pengujian pengukuran warna dilakukan di Laboratorium Kimia Fisika, untuk pengujian suhu dilakukan di Laboratorium Kimia Analisa, dan untuk pengujian evaluasi hasil percobaan 2 pencelupan dilakukan di Laboratorium Evaluasi Kimia Politeknik STTT Bandung.

### 1.5.5 Data Hasil Pengujian

Data hasil pengujian kemudian digunakan untuk mengetahui efisiensi penyisihan dengan rumus (Lervolino dkk, 2020):

$$\text{Efisiensi penyisihan organik: } \frac{C_0 - C_t}{C_0} \times 100\%$$

Keterangan:

$C_0$  = Konsentrasi awal

$C_t$  = Konsentrasi akhir

$$\text{Efisiensi penyisihan fisika: } \frac{C_x - C_y}{C_x} \times 100\%$$

Keterangan:

$C_x$  = Konsentrasi awal

$C_y$  = Konsentrasi akhir

Setelah diperoleh perhitungan efisiensi penyisihan, dihitung besarnya *Energy Yield* yang dikonsumsi dengan rumus (Lervolino dkk, 2020):

$$\text{Energy Yield (g/kWh)} = \frac{C_0 \times V \times \text{Conversion}}{P \times t}$$

Keterangan:

$C_0$  = Konsentrasi awal (mg/L)       $P$  = Daya (kWh)

$V$  = Volume (Liter)       $T$  = Waktu (jam)

*Conversion* = Efisiensi (%)

Berdasarkan rumus diatas maka, diperoleh hasil *Energy Yield* untuk menghitung biaya yang dikeluarkan di setiap tahapan proses. Biaya pengeluaran limbah di setiap proses didapat dengan rumus:

$$\text{Biaya pengeluaran limbah cair tiap m}^3 = \text{BK} + \frac{\text{Energy Yield}}{\text{m}^3}$$

Keterangan:

BK = Bahan Kimia

### 1.5.6 Percobaan 2

Percobaan 2 dilakukan di Laboratorium Pencelupan Politeknik STTT Bandung. Setelah diperoleh perhitungan *Energy Yield* dan biaya pengeluaran limbah cair, untuk melihat potensi penggunaan kembali air limbah lanjutan yakni proses pencelupan dengan resep:

Zat warna reaktif: 1-2-3 % owf

$\text{Na}_2\text{SO}_4$ : 4 g/l

$\text{Na}_2\text{CO}_3$ : 2 g/l

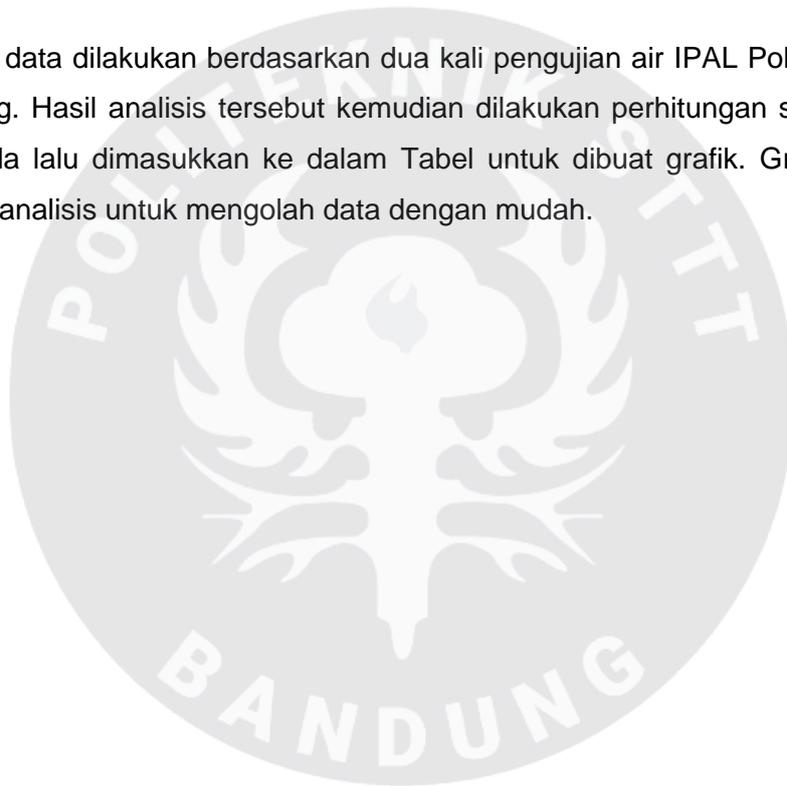
Vlot: 1:20

Suhu: 80°C

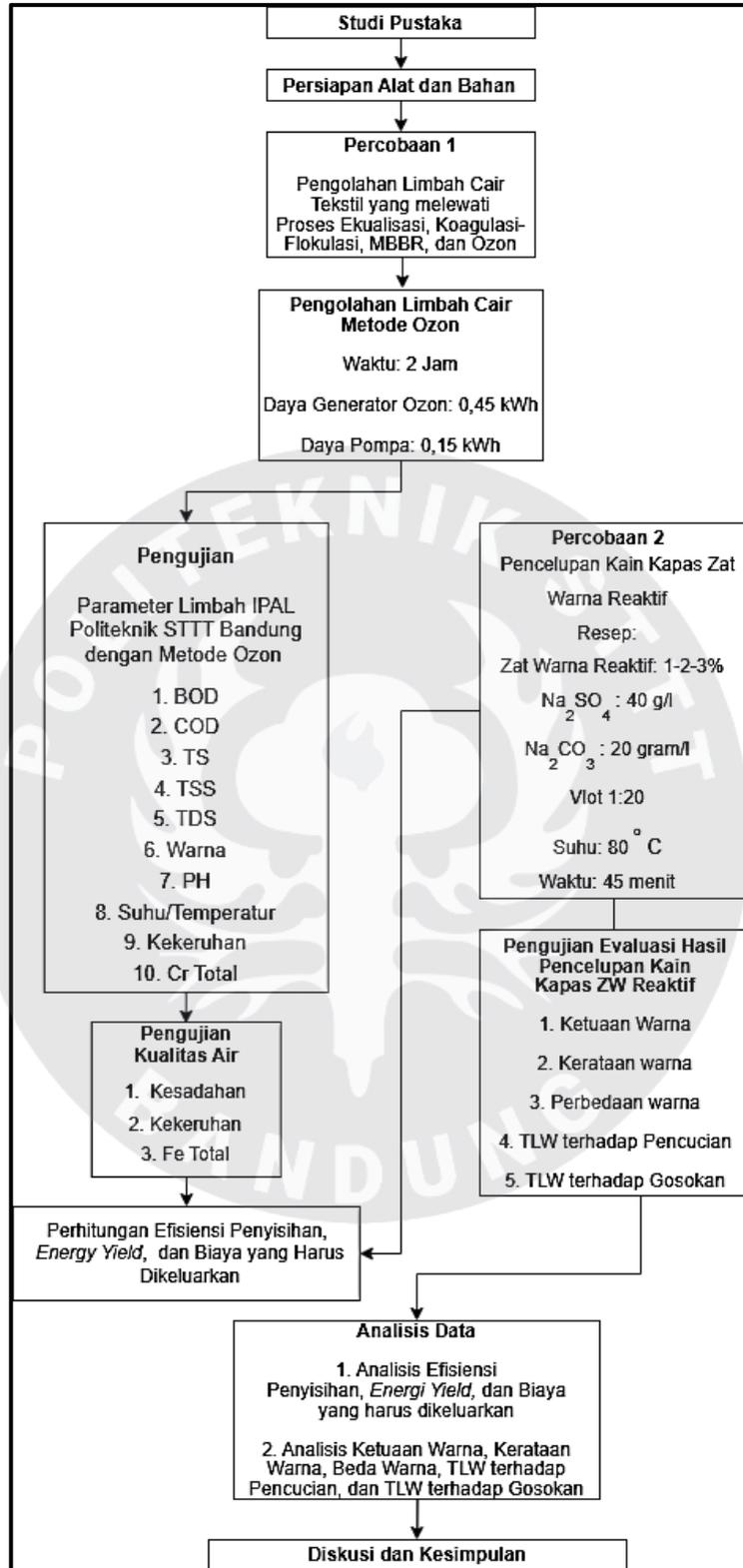
Waktu: 45 menit

### **1.5.7 Analisis Data**

Analisis data dilakukan berdasarkan dua kali pengujian air IPAL Politeknik STTT Bandung. Hasil analisis tersebut kemudian dilakukan perhitungan sesuai rumus yang ada lalu dimasukkan ke dalam Tabel untuk dibuat grafik. Grafik tersebut dapat dianalisis untuk mengolah data dengan mudah.



## 1.6 Diagram Alir



Gambar 1. 2 Diagram Alir Percobaan dan Pengujian Pengolahan Air Limbah Cair Tekstil Metode Ozon untuk Pencelupan Kain Kapas Zat Warna Reaktif