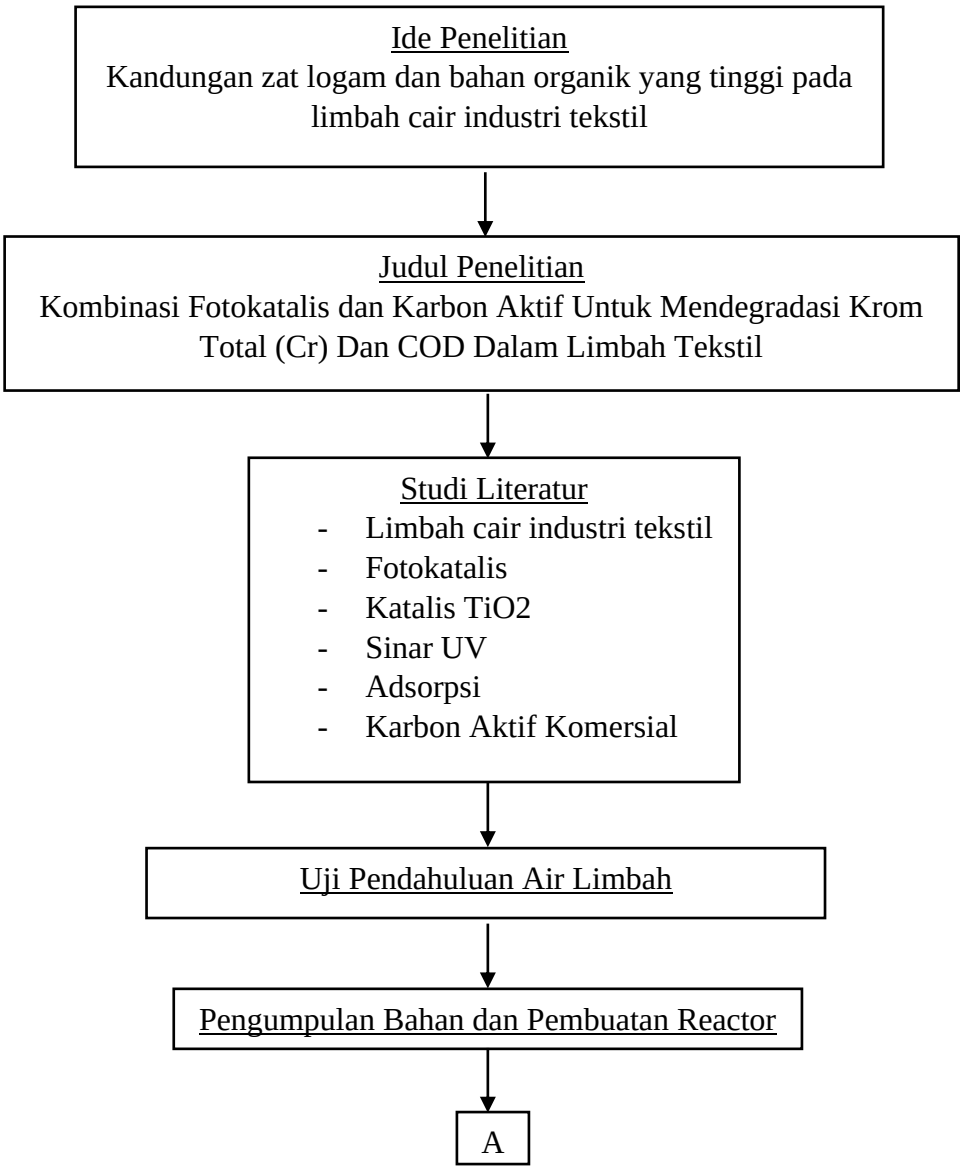
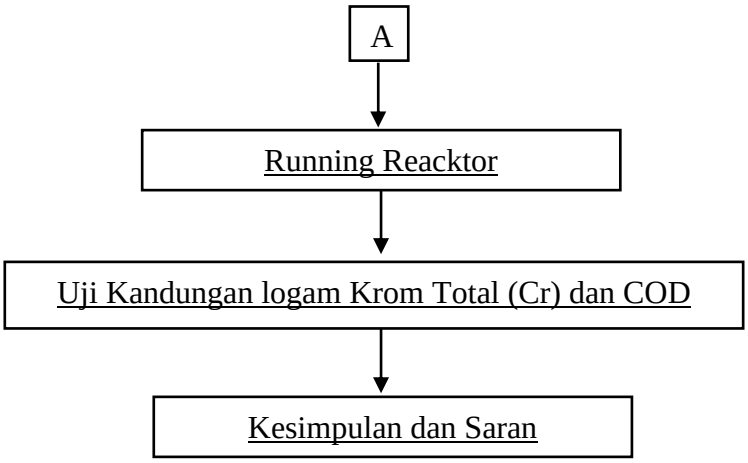
BAB 3
METODE PENELITIAN

3.1 Kerangka Penelitian

Penelitian yang dilakukan yaitu Kombinasi Fotokatalis dan Karbon Aktif Untuk Mendegradasi Krom Total (Cr) Dan COD Dalam Limbah Tekstil yang akan dilakukan di Laboratorium Riset Teknik Lingkungan UPN "Veteran" Jawa Timur. Kerangka penelitian akan ditampilkan pada **Gambar 3.1**.





Gambar 3.1 Kerangka Penelitian

3.1.1 Ide Penelitian

Penelitian ini dilatar belakangi oleh semakin meningkatnya industri tekstil, namun tidak memperhatikan pengolahan dari limbah yang dihasilkan. Sedangkan limbah yang dihasilkan dari industri tekstil tersebut langsung dibuang ke badan air tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu. Sehingga kandungan bahan organik dan anorganik yang tinggi yang terdapat didalamnya berpotensi mencemari lingkungan. Pada penelitian terdahulu, upaya pengolahan limbah logam berat Total *Chromium* (Cr) yang telah dilakukan salah satunya adalah dengan metode adsorpsi dengan batu bara atau karbon aktif saja memiliki kelemahan yaitu diperlukannya energi yang sangat tinggi dan atau bahan kimia yang sangat banyak. Kelemahan inilah yang membuat metode fotokatalis lebih unggul untuk diaplikasikan (Purnawan and Ayuningtyas 2014). Pengolahan ini dianggap mampu untuk menurunkan kandungan pencemar didalam limbah cair tekstil dengan menggunakan proses yang sederhana dan memerlukan waktu pengolahan yang relative singkat dibandingkan dengan menggunakan proses biologi. Oleh karena itu, muncul gagasan untuk melakukan penelitian mengenai penurunan Total *Chromium* (Cr) dan COD dengan menggunakan proses fotokatalis TiO_2 dikombinasikan dengan karbon aktif yang berfungsi sebagai adsorben.

3.1.2 Studi Literatur

Total *Chromium* (Cr) dan COD merupakan parameter dominan dan berbahaya yang terdapat pada limbah cair industri tekstil. Limbah tersebut akan

didegradasi dengan metode fotokatalis TiO_2 dan sinar UV dikombinasikan dengan karbon aktif. Digunakan katalis TiO_2 sebagai fotokatalis karena TiO_2 adalah semikonduktor yang tidak akan berubah selama proses reaksi berlangsung dan memiliki aktifitas fotokatalis yang baik, menggunakan sinar UV karena energi foton yang diperlukan dalam proses fotokatalis didapat dari paparan sinar UV, dan aktivitas fotokatalisis dari TiO_2 dapat ditingkatkan dengan memodifikasi fotokatalis menggunakan karbon aktif yang berfungsi sebagai adsorben untuk mendegradasi logam berat yang terdapat didalam limbah.

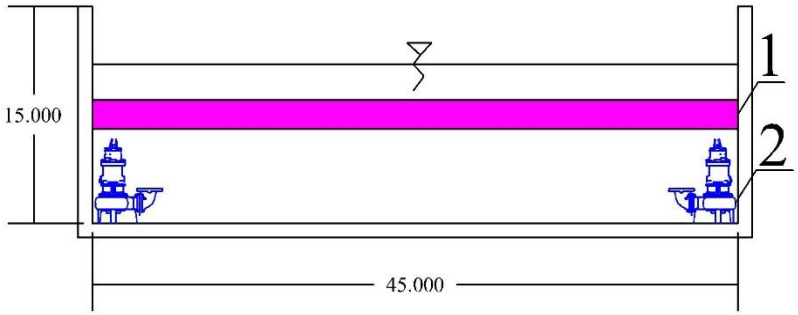
3.2 Bahan dan Peralatan

3.2.1 Bahan Penelitian

- Air limbah tekstil
- Karbon aktif komersial
- Katalis TiO_2
- Koagulan (tawas)
- Aquades

3.2.2 Peralatan Penelitian

- Reaktor berbahan kaca dengan dimensi (45cm x 20cm x 15cm) dan volume total 8 liter
- Lampu UV C 15 watt
- Aluminium foil
- Kasa aluminium
- Timbangan analitik
- pH meter
- Pompa *submersible*
- Pengaduk mekanik
- Kertas saring
- *Magnetic stirrer*

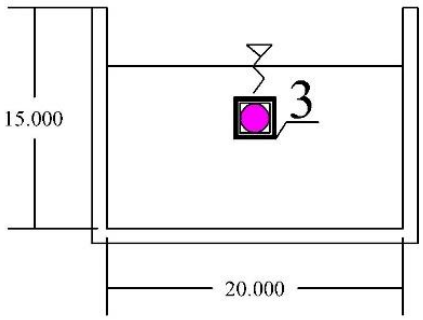


Gambar 3.2 Desain Reaktor Fotokatalis Tampak Samping

Keterangan:

1 : Lampu UV

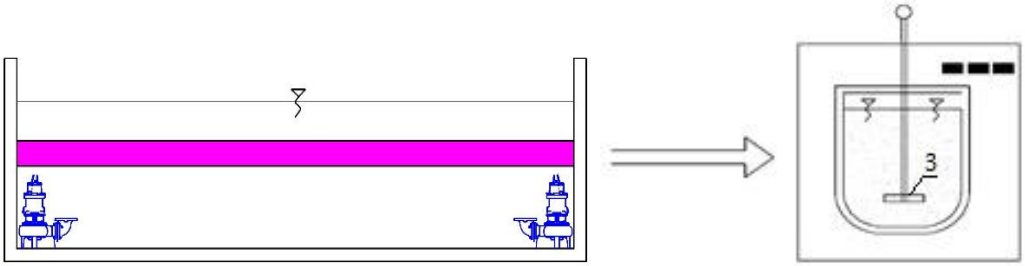
2 : Pompa *Submersible*



Gambar 3.3 Desain Reaktor Fotokatalis Tampak Depan

Keterangan:

3 : Kasa Alumunium



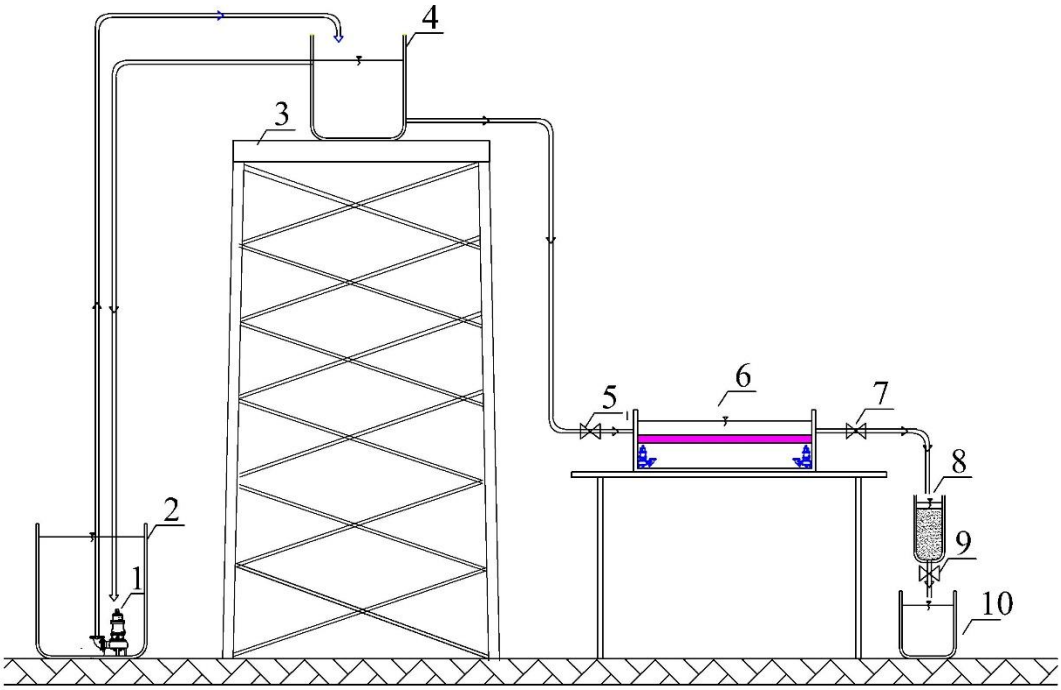
Gambar 3.4 Desain Alat Proses Fotokatalis ke Adsorpsi secara *Batch*

Keterangan:

1 : Lampu UV

2 : Pompa *Submersible*

3 : penggadukan



Gambar 3.5 Desain Reaktor Sistem Kontinyu

Keterangan :

1 : pompa

2 : bak *inffluent*

3 : penyangga

4 : bak pengatur debit

5 : kran pengatur debit

6 : reaktor fotokatalis

7 : kran pengatur debit

8 : kolom adsorpsi

9 : kran kolom adsorpsi

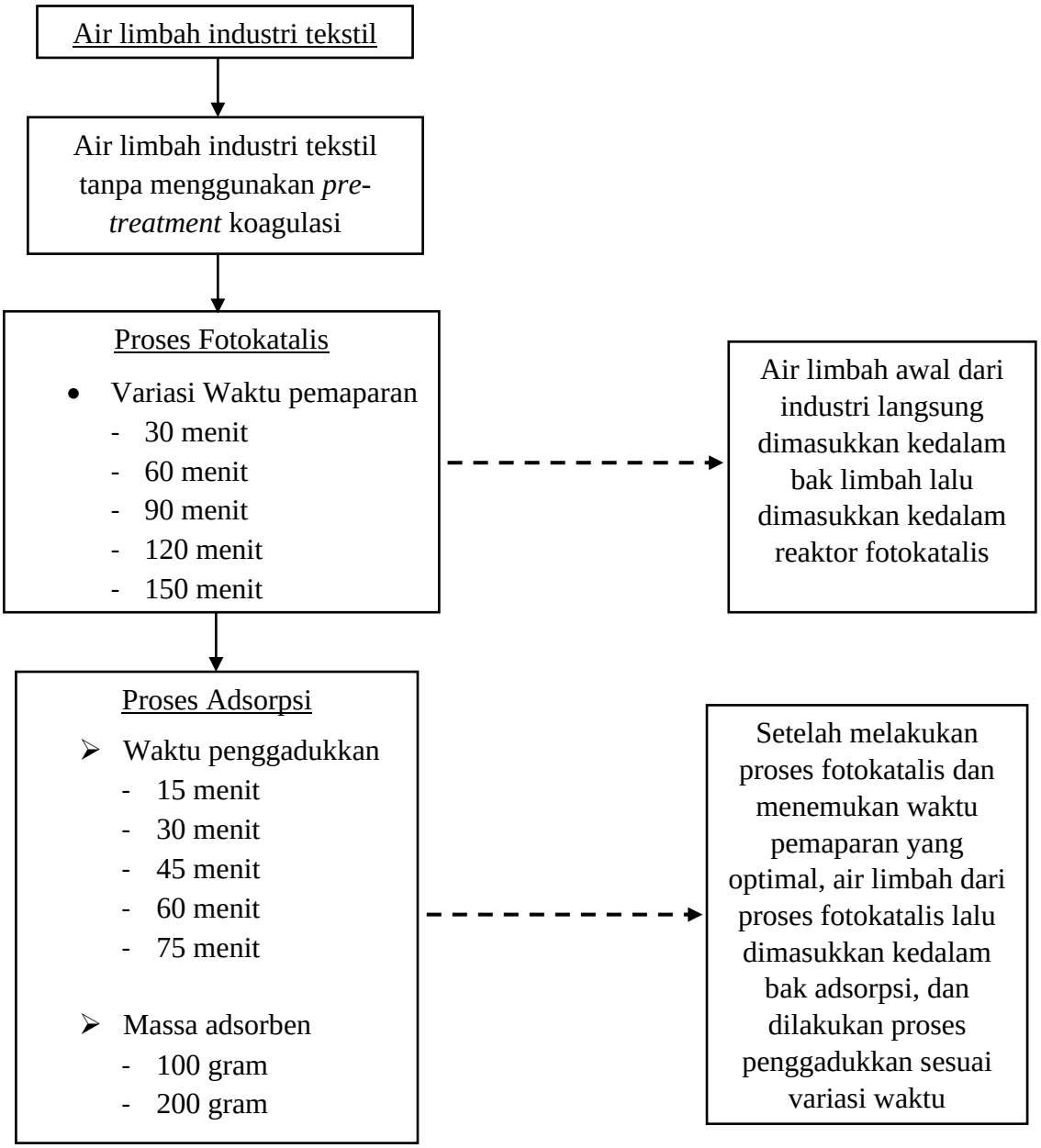
10 : bak *effluent*

3.3 Diagram Alir

Berikut ini adalah diagram alir pada sistem *batch* dan kontinyu pada setiap proses penelitian:

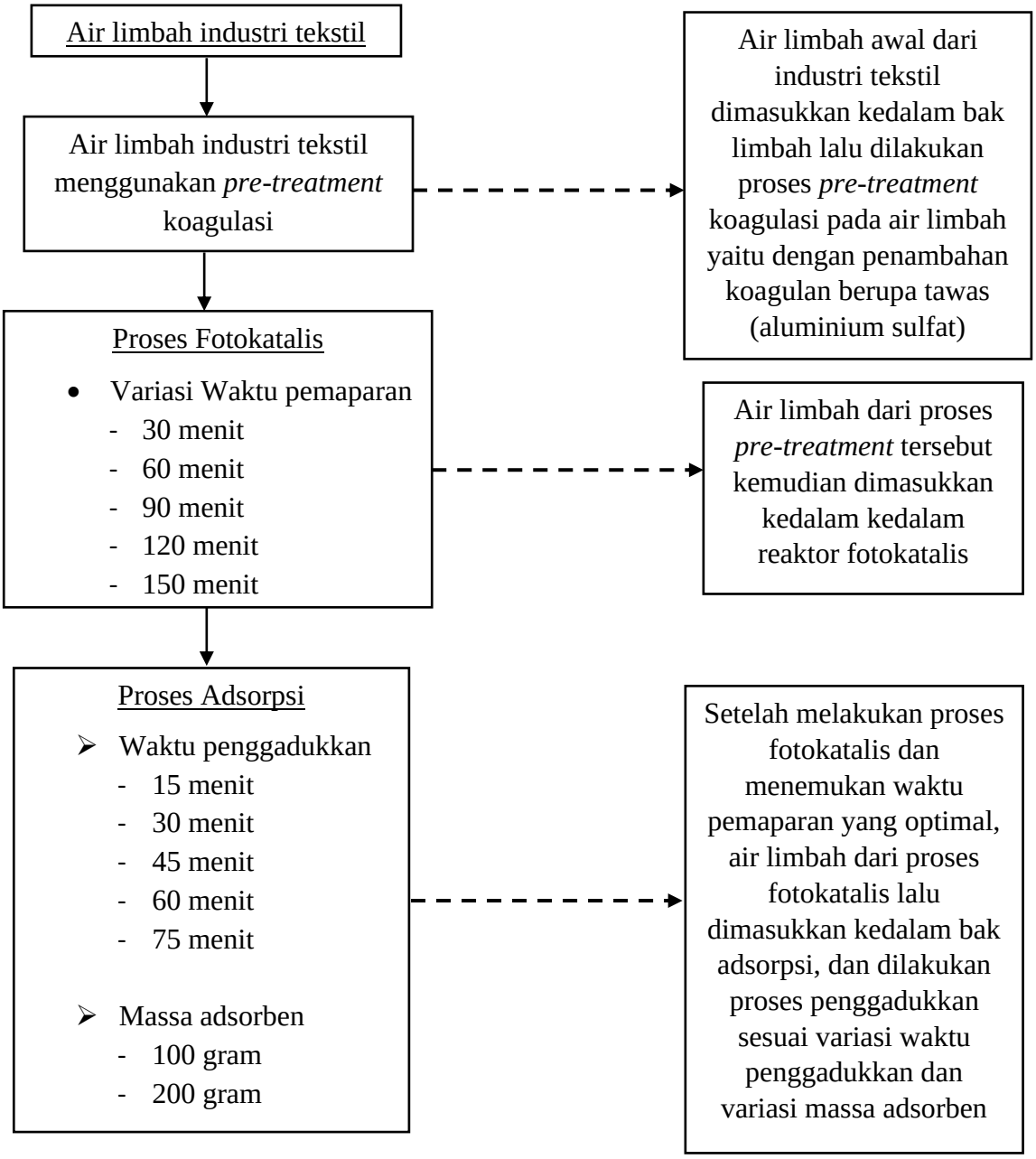
3.3.1 Diagram Alir Sistem *Batch* Tanpa *Pre-Treatment* Koagulasi

Berikut ini adalah diagram alir sistem *batch* tanpa menggunakan proses *pre-treatment* pada air limbah sebelum dilakukan proses pengolahan utama:



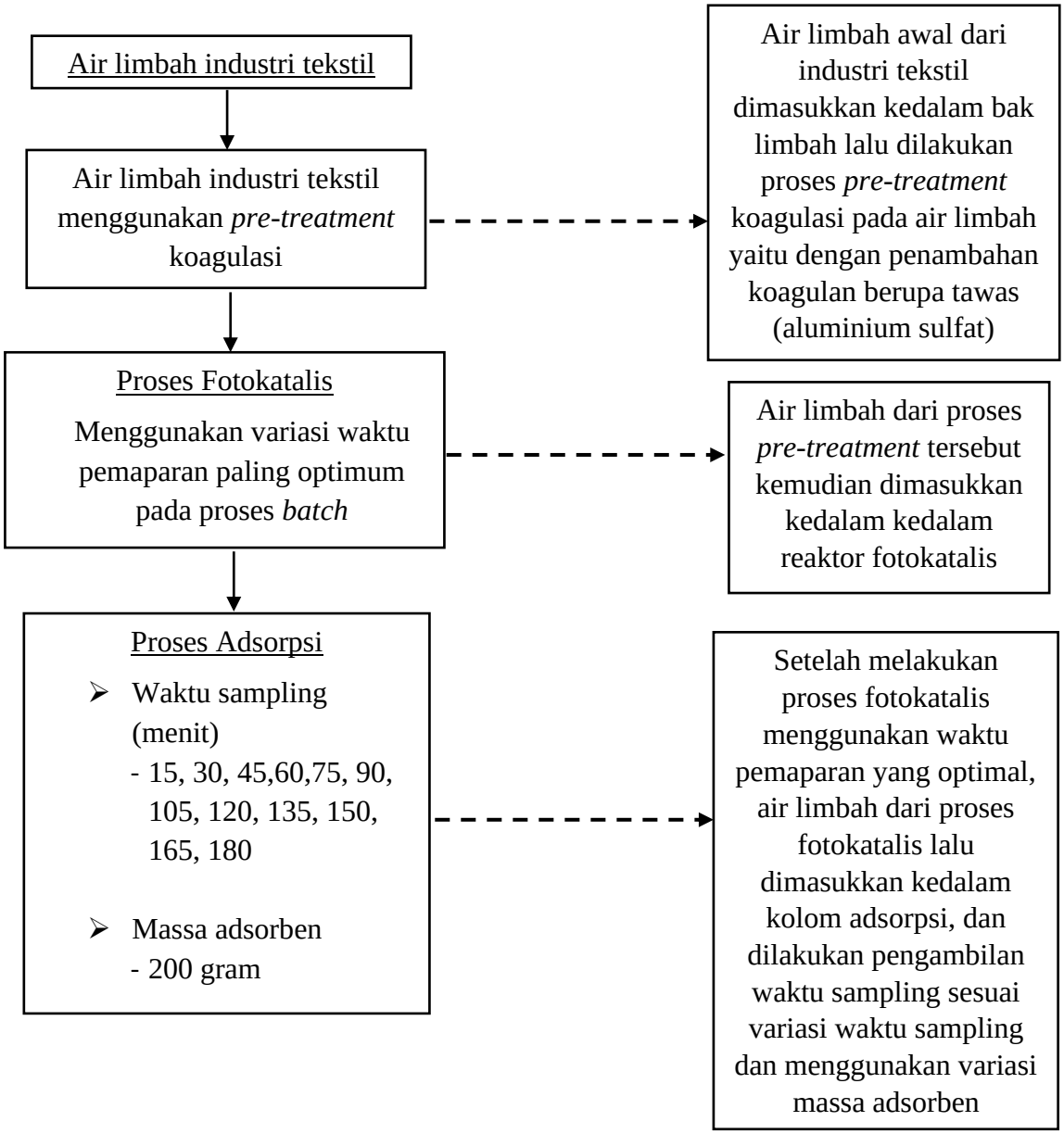
3.3.2 Diagram Alir Proses *Batch* Menggunakan *Pre-Treatment* Koagulasi

Berikut ini adalah diagram alir sistem *batch* menggunakan proses *pre-treatment* pada air limbah sebelum dilakukan proses pengolahan utama:



3.3.3 Diagram alir proses kontinyu menggunakan *pre-treatment* koagulasi

Berikut ini adalah diagram alir sistem kontinyu menggunakan proses *pre-treatment* pada air limbah sebelum dilakukan proses pengolahan utama:



3.4 Cara Kerja

Penelitian dilakukan dengan tahap sebagai berikut:

3.4.1 Proses Persiapan Penelitian dan Penelitian Pendahuluan

Pengujian parameter limbah tekstil:

Data yang diambil dalam pengujian parameter awal adalah data Total Krom (Cr) dan COD.

3.4.2 Penelitian Awal

a) Pengambilan Sampel

Sampel limbah tekstil yang diambil adalah limbah yang dihasilkan oleh proses pewarnaan atau pencelupan. Dikarenakan pada proses ini terdapat banyak kandungan logam berat dari pewarna yang digunakan dalam industri tekstil. Wadah sampel tertutup dan terbuat dari plastik baru untuk menghindari kontaminasi dari luar yang dapat mengganggu analisa.

b) Pembuatan reaktor, setelah reaktor jadi dilakukan persiapan reaktor yang sudah dibuat dan mengecek lampu UV bekerja dengan baik.

c) Menyiapkan media penyangga kasa aluminium. Pelarutan TiO_2 dilakukan sesuai dengan variasi konsentrasinya (2,5 gram/liter) dengan menggunakan *magnetic stirrer*. Larutan TiO_2 dilapiskan pada kasa dan didiamkan selama 30 menit agar TiO_2 membentuk lapisan film pada kasa. Kasa yang telah dilapisi TiO_2 dimasukkan kedalam reaktor.

d) Melapisi kotak dengan alumunium foil saat melakukan penelitian yang bertujuan untuk menghindari kontaminasi panas/sinar dari luar dan untuk meningkatkan efisiensi lampu UV.

e) Menyiapkan karbon aktif komersial. Karbon aktif komersial sebelum digunakan, dicuci terlebih dahulu menggunakan aquades untuk menghilangkan polutan yang terkandung pada karbon aktif agar pada proses pengolahan, karbon aktif yang tercampur air limbah tidak berwarna hitam pekat dan kotor oleh polutan. Karbon aktif yang telah dicuci kemudian disaring untuk mengilangkan air pada karbon aktif lalu dikeringkan

menggunakan oven dengan suhu 105°C selama 4 jam sampai karbon aktif kering. Lalu karbon aktif ditimbang sesuai variasi berat karbon aktif (gram). Yaitu menggunakan variasi karbon aktif 100 gram dan 200 gram.

f) Air limbah batik yang berwarna pekat, dilakukan *pre-treatment* dengan koagulasi terlebih dahulu untuk selanjutnya air limbah tersebut digunakan untuk melakukan pengolahan fotokatalis yang bertujuan untuk memisahkan antara TSS yang merupakan bahan-bahan tersuspensi dan tidak larut didalam air dengan air limbah, sehingga diperoleh air limbah yang berwarna bening dan tidak keruh. Padatan tersuspensi terdiri dari partikel-parikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil daripada sedimen.

3.4.3 Penelitian Utama

a) Proses *Batch*

- Proses Kombinasi Fotokatalis dan Adsorpsi secara *batch*

  Untuk mengetahui varian yang optimum dari setiap peubah, maka proses pengolahan dilakukan secara *batch* terlebih dahulu sebelum dilakukan pengolahan secara kontinyu.

  Pada proses fotokatalis secara *batch* dilakukan 2 pengolahan pada limbah yang akan digunakan. Yang pertama fotokatalis menggunakan limbah tanpa *pre-treatment* koagulasi dan fotokatalis menggunakan limbah hasil *pre-treatment* koagulasi. Kedua pengolahan limbah ini bertujuan untuk mengetahui dan membandingkan pengolahan mana yang paling efektif untuk dilakukan. Proses tersebut dijelaskan sebagai berikut:

  1) Pada pengolahan fotokatalis secara *batch* menggunakan limbah tanpa *pre-treatment* adalah pengolahan menggunakan limbah yang langsung dari industri tekstil di daerah Sidoarjo. Limbah tersebut berwarna pekat karena merupakan limbah hasil proses pewarnaan. Pada proses fotokatalis secara *batch* dipersiapkan kasa yang sudah dilapisi dengan katalis TiO_2. Lalu memasukkan air limbah sebanyak 8 liter kedalam reaktor fotokatalis dan dijalankan didalam reaktor fotokatalis dengan

menggunakan peubah waktu pemaparan yang telah ditentukan yaitu 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, 150 menit.

2) Pada pengolahan fotokatalis secara *batch* menggunakan limbah hasil *pre-treatment* adalah pengolahan menggunakan limbah dari industri tekstil di daerah Sidoarjo yang diolah terlebih dahulu dengan menggunakan koagulasi dengan penambahan tawas. Limbah tersebut yang awalnya berwarna pekat karena merupakan limbah hasil proses pewarnaan setelah dilakukan *pre-treatment* koagulasi menghasilkan limbah yang berwarna namun bening dan tidak keruh. Lalu setelah itu dilanjutkan pada proses fotokatalis secara *batch* dipersiapkan kasa yang sudah dilapisi dengan katalis TiO_2. Lalu memasukkan air limbah sebanyak 8 liter kedalam reaktor fotokatalis dan dijalankan didalam reaktor fotokatalis dengan menggunakan peubah waktu pemaparan yang telah ditentukan yaitu 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, 150 menit.

Setelah didapatkan hasil pengolahan fotokatalis yang paling optimum pada kedua limbah tersebut, maka dilanjutkan ke pengolahan selanjutnya yaitu pengolahan adsorpsi. Air limbah yang telah melalui proses penyinaran dengan menggunakan variasi waktu pemaparan yang paling optimum didalam reaktor fotokatalis dilanjutkan dengan mengalirkan air limbah kedalam reaktor adsorpsi untuk selanjutkan dilanjutkan dengan proses adsorpsi. Proses adsorpsi dilakukan secara *batch* dengan menggunakan jartest (penggadukkan) dengan kapasitas reaktor 8000 mL (8 liter). Pada proses Adsorpsi, dilakukan proses pengolahan dengan melakukan variasi waktu kontak yaitu 40 menit, 80 menit, 120 menit, 160 menit dan variasi massa adsorben yaitu 100gr dan 200gr dengan menggunakan pengaduk mekanik dengan kecepatan 150 rpm. Proses ini berguna untuk menentukan variasi waktu pemaparan yang optimum pada proses fotokatalis dan waktu kontak dan massa adsorben yang paling optimum pada proses

Adsorpsi, yang untuk selanjutnya akan digunakan untuk proses kontinu kombinasi pengolahan fotokatalis dan adsorpsi.

b) Proses kombinasi Fotokatalis dan Adsorpsi secara kontinyu

Setelah diketahui varian terbaik dari beberapa peubah pada proses kombinasi fotokatalis dan adsorpsi pada proses *batch*, maka dilakukan proses secara kontinyu.

Limbah tekstil dimasukkan kedalam bak pengumpul. Pompa *submersible* dipasangkan di bagian sisi samping reaktor yang berfungsi sebagai pengganti *magnetic stirer* dengan prinsip yang sama yakni menghasilkan arus aliran sehingga dapat meratakan proses penyinaran TiO_2. Dimasukan limbah sebanyak 8 liter. Selanjutnya diletakan kasa yang sudah dilapisi TiO_2 mengelilingi posisi lampu dengan jarak antara lampu dan kasa alumunium yaitu 2 cm. Lampu UV dinyalakan sampai dengan variable waktu pemaparan yang paling optimum yang telah didapatkan pada proses *batch*. Lalu air limbah yang telah melalui proses fotokatalis, dilanjutkan menuju kolom adsorpsi dengan massa adsorben 200gr. Air limbah akan disampling dengan menggunakan variasi waktu sampling. Selanjutkan akan dilakukan pengujian parameter Total Krom (Cr) dan COD.

3.5 Variabel

3.5.1 Variabel Peubah

<u>Batch</u>

- **Fotokatalis**
  1. Waktu pemaparan (menit) = 30, 60, 90, 120, 150

- **<u>Adsorpsi</u>**
  1. Massa adsorben (gram) = 100 gram dan 200 gram
  2. Waktu kontak (menit) = 15, 30, 45, 60, 75

- **<u>Kombinasi Fotokatalis-Adsorpsi</u>**
  1. Waktu sampling (menit) = 12 kali sampel selama 180 menit
  2. Massa adsorben (gram) = 200 gram

3.5.2 Variabel Tetap

- **Fotokatalis**
  1. Kadar TiO2 = 2,5 gram/liter
  2. Lampu UV C = 1 x 15 watt
  3. Media penyangga katalis = kasa aluminium
  4. Jarak kasa & lampu UV = 2 cm
  5. Volume reactor = 8 liter
  6. Jenis katalis = TiO_2
  7. pH = (6-9)

- **Adsorpsi**
  1. pH = (6-9)
  2. Jenis adsorben = karbon aktif komersial (±50 mesh)
  3. Kecepatan penggadukkan = 150 rpm

3.6 Analisis

Parameter akan diamati setiap pengambilan sampel dalam rentang waktu pada peubah. Berikut parameter yang akan diamati pada penelitian ini :

Analisis Krom Total (Cr), sesuai SNI 6989.17:2009

Analisis COD, sesuai SNI 6989.2:2009