

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Karakteristik Sampel Awal

Tahap awal dalam penelitian ini adalah melakukan uji parameter surfaktan, *chemical oxygen demand* (COD), *biological oxygen demand* (BOD), kekeruhan, pH, dan suhu pada air limbah *laundry*. Hal ini dilakukan untuk mengetahui konsentrasi dari masing-masing parameter yang terkandung dalam air baku limbah *laundry*. Data hasil pengujian awal digunakan untuk perbandingan akhir seberapa besar penurunan konsentrasi yang dapat dilakukan. Berdasarkan hasil uji laboratorium, didapatkan nilai konsentrasi yang disajikan dalam Tabel 3.1.

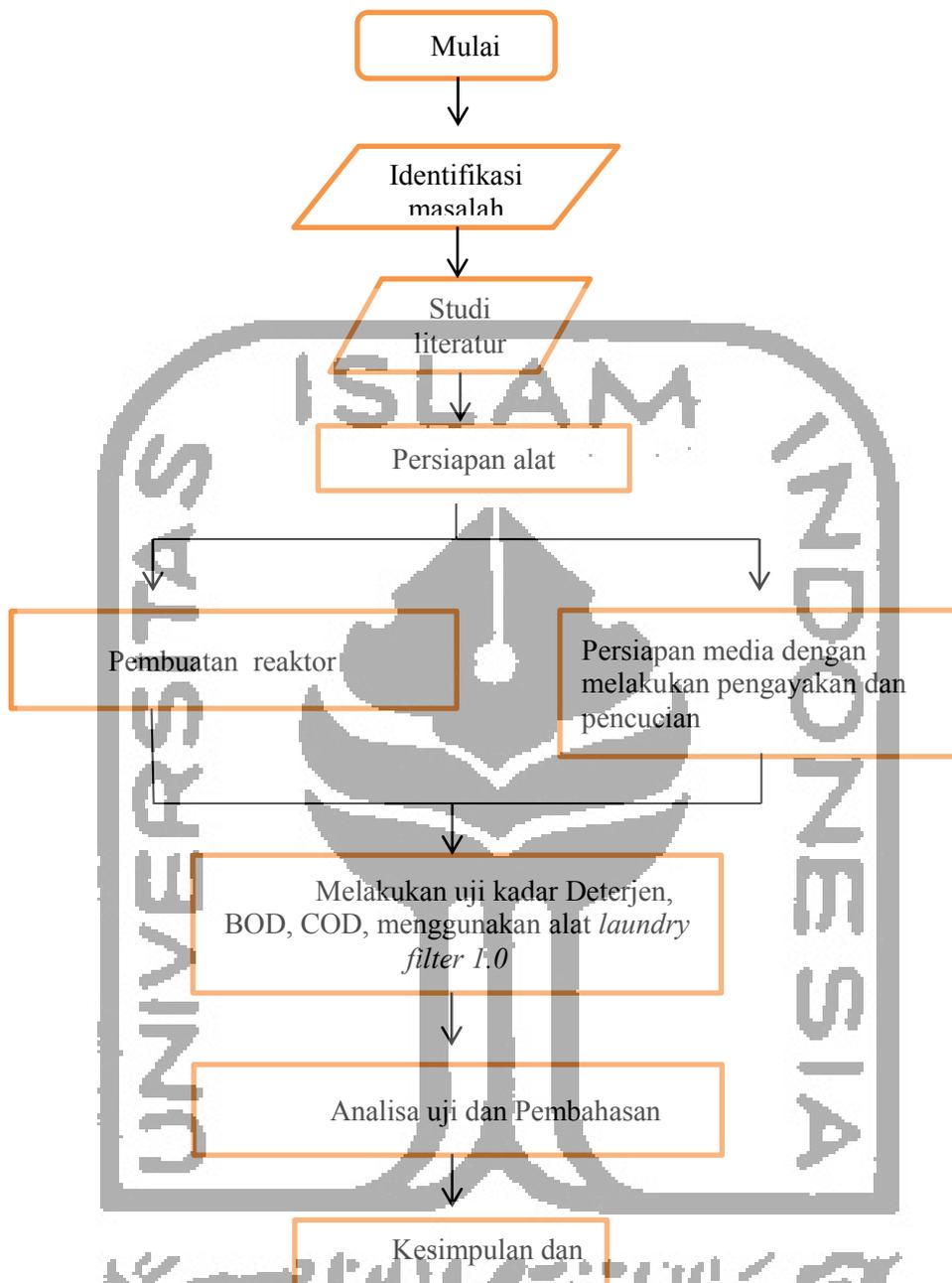
Tabel 3.1 Konsentrasi sampel awal.

nama sampel	pH	suhu (°C)	kekeruhan (NTU)	surfaktan (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)
sampel awal	7	29	121	480	45,7	513,6

Berdasarkan Tabel 3.1 kondisi pH dan suhu pada air limbah berada pada kondisi yang normal. Kandungan surfaktan yang begitu tinggi jika dibandingkan dengan baku mutu dikarenakan limbah yang digunakan ialah limbah hasil cucian pertama yang secara teori memiliki kandungan surfaktan yang tinggi. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa kandungan dari limbah yang dipakai didominasi oleh kandungan kimia (tinggi nilai COD) dengan rasio perbandingan BOD/COD lebih dari 0,2-0,4. Kandungan COD yang tinggi disebabkan karena kandungan kimia yang terdapat pada deterjen. Berdasarkan kondisi tersebut, pengolahan yang sebaiknya dilakukan ialah secara kimia dan/atau fisik.

3.2 Tahapan penelitian

Tahapan penelitian berisi semua tahapan yang akan dilakukan selama penelitian berlangsung. Tahapan tersebut disajikan dalam bentuk flow chart. tahapan-tahapan yang akan dilakukan dapat terlihat pada Gambar 3.1.



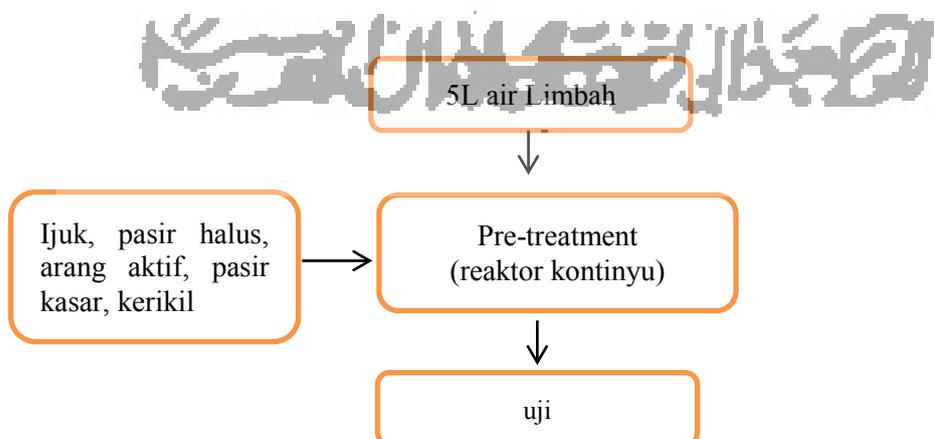
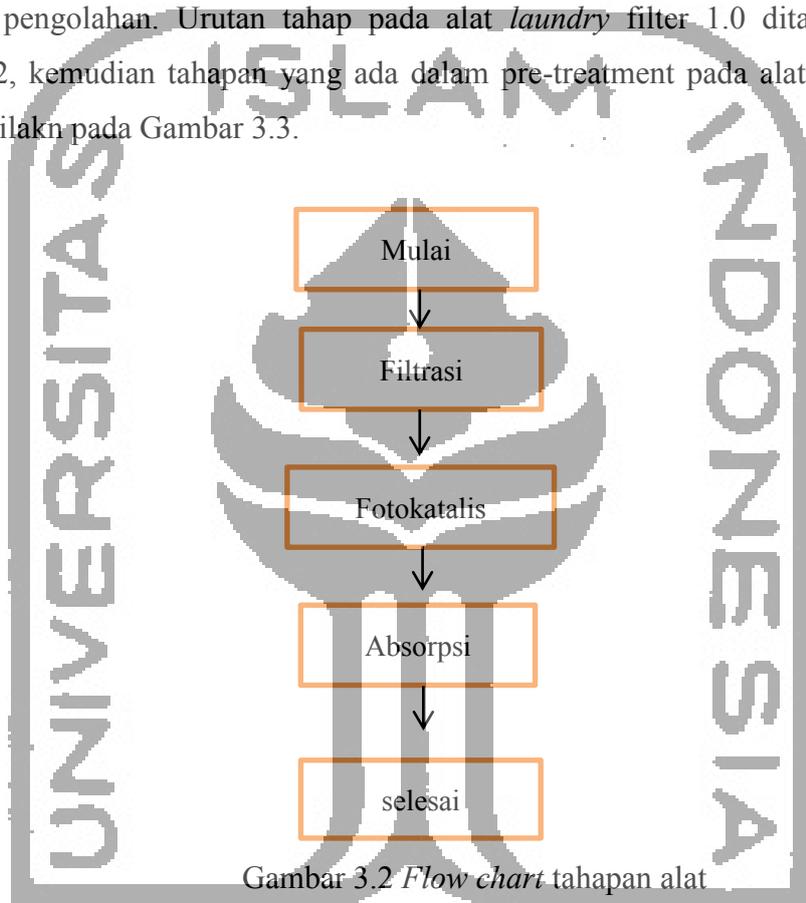
Gambar 3.1 flow chart tahap

Data *primer* yang digunakan adalah data hasil pengujian yang dilakukan, sedangkan data *sekunder* yang dibutuhkan ialah baku mutu, komposisi limbah *laundry*. Data tentang baku mutu dan komposisi, didapatkan dari jurnal, peraturan pemerintah. Pengolahan data dilakukan menggunakan metode *kuantitatif* dan *kualitatif*, dimana

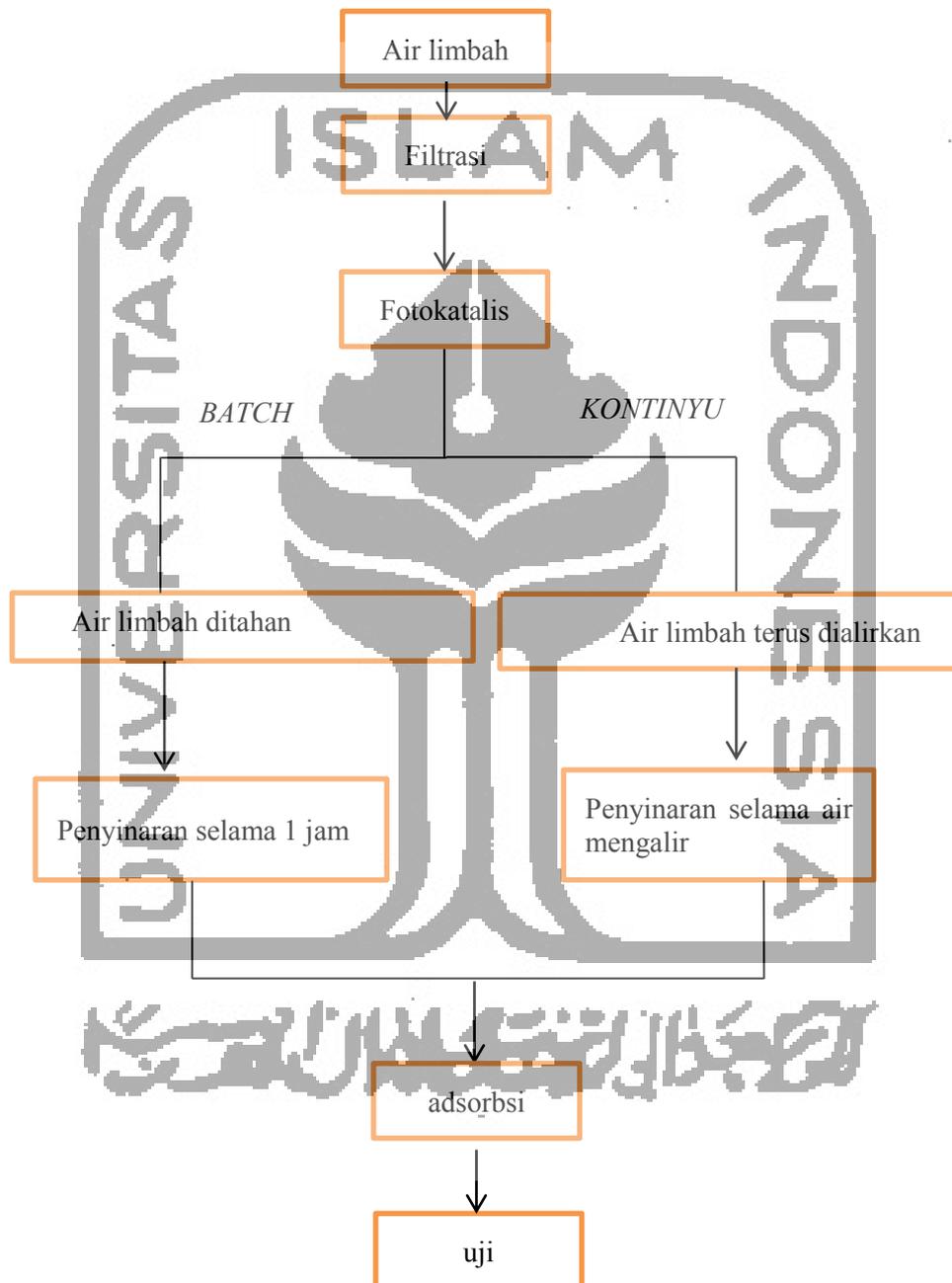
menggunakan angka dan diagram untuk menggambarkan hasil uji dan juga menggunakan kalimat penjelas untuk melengkapi penjelasan selain angka dan diagram.

3.3 Tahapan alat *laundry filter* 1.0

Alat *laundry filter* 1.0 memiliki 3 tahap pengolahan, terdiri dari tahap *pre-treatment*, *main-treatment* dan *post-treatment*. Pembagian dilakukan sesuai dengan kebutuhan pengolahan. Urutan tahap pada alat *laundry filter* 1.0 ditampilkan pada Gambar 3.2, kemudian tahapan yang ada dalam *pre-treatment* pada alat *laundry filter* 1.0 di tampilkan pada Gambar 3.3.

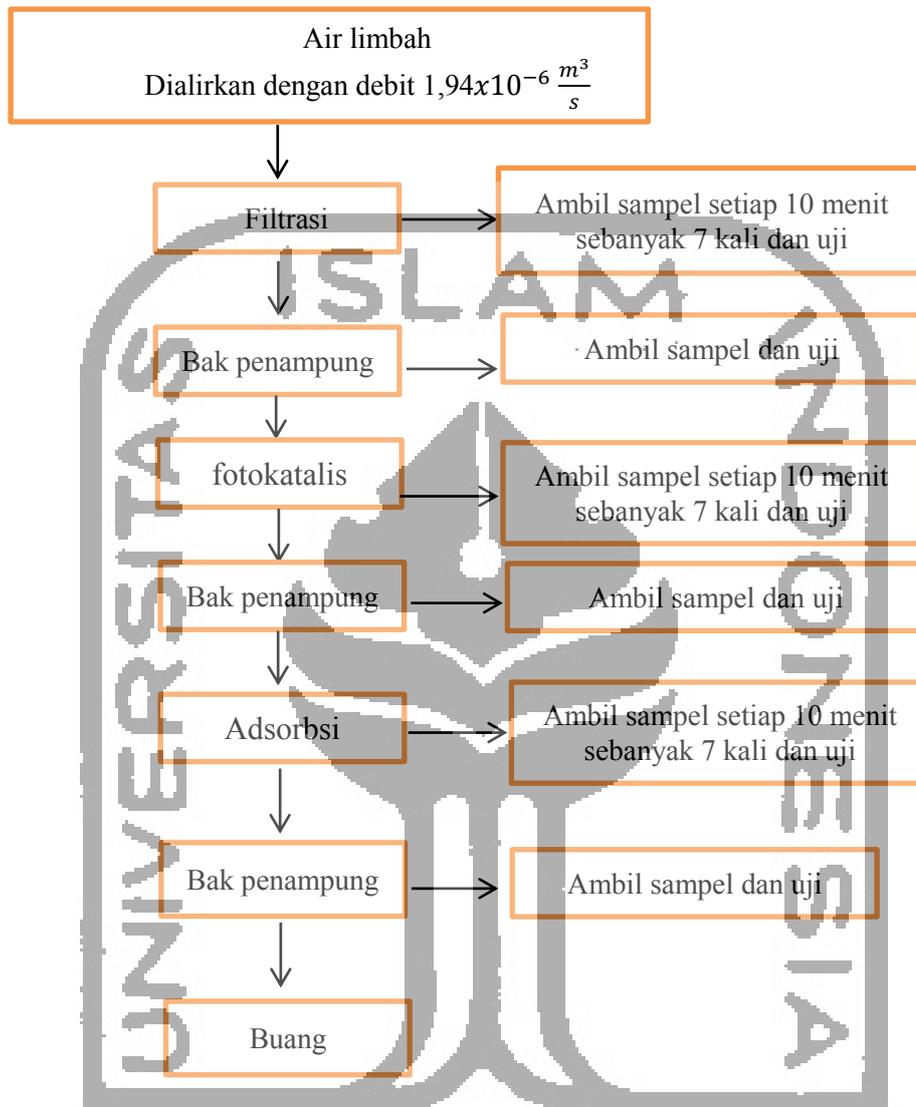


kemudian untuk *running* reaktor, dilakukan 2 metode, yaitu *batch* dan *kontinyu*. Metode kontinyu dibagi lagi menjadi 2 cara, cara A dan cara B untuk lebih jelas tahapnya dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 *Flow chart running reaktor*

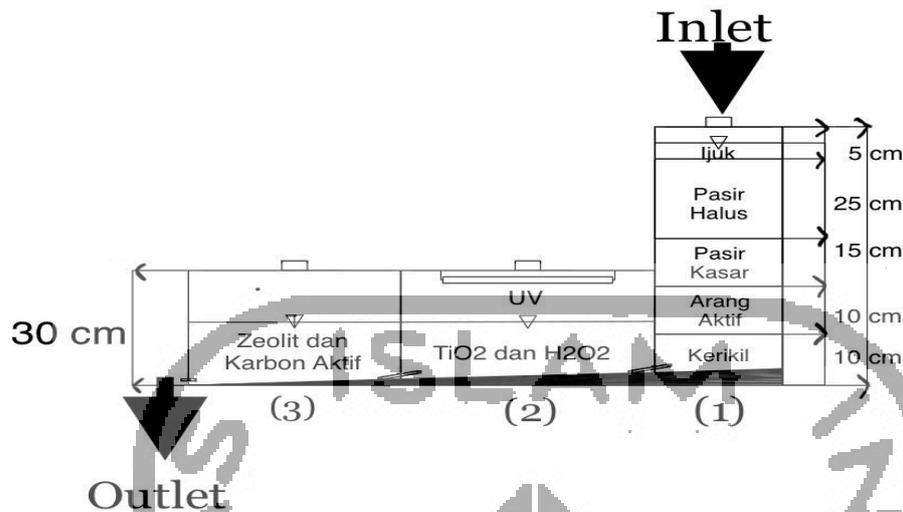
Kemudian untuk tahap *running* reaktor B dapat dilihat pada *flow chart* di bawah.



Gambar 3.5 Tahap *running* reaktor kontinyu B

3.4 Desain Reaktor

Reaktor dibuat menggunakan bahan *stainless steel* dengan ketebalan 1mm, kemudian di cat agar tidak terjadi karat. Dimensi reaktor P x L x T (140cm X 30cm X 75cm). Desain reaktor secara jelas dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 reaktor filter 1.0

Reaktor terdiri dari 3 buah kotak dengan metode pengolahan yang berbeda. *Box* (I) merupakan tahap *pre-treatment* menggunakan teknologi filtrasi. Dimensi dari unit filtrasi sebesar $30\text{ cm} \times 30\text{ cm} \times 70\text{ cm}$. *Inlet* juga dimulai dari sebelah kanan, kemudian air akan secara *down flow* akan melewati media filter dengan susunan (ijuk, pasir halus, pasir kasar, arang aktif, dan kerikil). Media filter disusun dengan urutan tersebut dengan tujuan agar pengolahan dapat berlangsung dengan baik. Air limbah masuk melewati ijuk, kemudian melewati pasir halus dan terjadi perlambatan aliran. Hal tersebut dapat membuat pengolahan menjadi lebih efisien. Aliran air yang lambat akan membuat media filter yang selanjutnya mampu mereduksi polutan dengan lebih baik. Jika media filter dengan ukuran besar diletakkan pada bagian atas, maka air limbah yang melewati media filter tersebut mengalir dengan cepat. Selain itu media dengan ukuran besar diletakkan di bagian bawah agar tidak keluar mengikuti air melalui pipa *outlet*.

Setelah melewati media filter, air limbah akan masuk pada *box* (2) melalui pipa $\frac{3}{4}$ inch. *Box* (2) merupakan tahap *main-treatment* yang menggunakan teknologi *fotokatalis*. Pada bagian penutup terdapat 1 buah lampu UV-C 15 watt yang berfungsi sebagai penyinaran. Dasar reaktor dibuat miring setinggi 5cm agar air dapat mengalir ke tahap selanjutnya. Setelah melewati unit *main-treatment*, limbah akan dialirkan ke tahap terakhir yaitu post-treatment (*box* 3) menggunakan teknologi *adsorpsi*. Media

yang digunakan pada teknologi *adsorpsi* berupa karbon aktif dan zeolit. *Outlet* dari reaktor berada disebelah kiri setelah tahap post-treatment menggunakan pipa ukuran $\frac{3}{4}$ inch.

Reaktor ini memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan. Kelebihan dari reaktor ini yaitu memiliki daya tahan yang baik karena terbuat dari stainless steel yang tahan terhadap cahaya matahari dan juga tahan terhadap air, memiliki konstruksi yang kokoh. Kekurangan dari reaktor ini yaitu memiliki bobot yang besar sehingga susah untuk mobilisasi reaktor, peletakan pipa outlet yang kurang tepat karena berada tidak pada dasar reaktor sehingga air tidak sepenuhnya dapat mengalir keluar. Hal tersebut dapat menyebabkan terjadinya akumulasi polutan pada tiap tahap.

Kecepatan aliran ditentukan untuk mendapatkan aliran yang konstan agar limbah yang tersedia jumlahnya cukup untuk dilakukan pengambilan setiap 10 menit. Berikut perhitungan kecepatan aliran saat uji *kontinyu* :

$$\text{Diketahui} \quad = \text{debit (Q)} = 7 \frac{\text{L}}{\text{jam}} \text{ atau } 1,94 \times 10^{-6} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$\text{Kemiringan (s)} = 5 \text{ cm atau } 0,05 \text{ m}$$

Rumus untuk mencari diameter pipa menggunakan Hazen Williams

$$Q = 0,2783 \times C \times d^{2,63} \times s^{0,54}$$

$$1,94 \times 10^{-6} = 0,2783 \times 130 \times d^{2,63} \times 0,05^{0,54}$$

$$1,94 \times 10^{-6} = 7,18 \times d^{2,63}$$

$$d = \sqrt[2,63]{\frac{1,94 \times 10^{-6}}{7,18}}$$

$$d = 3,18 \times 10^{-3} \text{ m atau } 3,18 \text{ mm atau } 0,12 \text{ inch}$$

Jadi untuk mendapatkan diameter pipa 0,12 inch, menggunakan pipa pasaran $\frac{1}{2}$ inch dengan bukaan pada pipa $\frac{1}{4}$ dari pipa, untuk mendapatkan kecepatan aliran yang diinginkan berdasarkan jumlah volume air limbah yang tersedia. Sedangkan untuk mencari kecepatan air menggunakan rumus seperti berikut :

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$\text{Alas (A)} = P \times L = 30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} = 900 \text{ cm}^2 \text{ atau } 0,9 \text{ m}^2$$

$$\text{Kecepatan (V)} = \frac{1,94 \times 10^{-6} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0,9 \text{ m}^2} = 2,15 \times 10^{-6} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

3.4.1 Tahap Pre-Treatment

Tahap awal proses yang terjadi pada reaktor filter *laundry* ialah *pre-treatment*, tahap ini dilakukan guna mengurangi beban pengolahan pada proses main-treatment. *Pre-treatment* menggunakan metode filtrasi. Pada penelitian ini menggunakan 2 variasi ketebalan media. Media yang digunakan ialah pasir halus atau pasir sungai, pasir silika, arang aktif, kerikil, ijuk. Variasi ketebalan 1 sebesar (5cm; 20cm; 10cm; 15cm; 10cm) yang kemudian selanjutnya disebut dengan variasi A, kemudian variasi ketebalan 2 sebesar (5cm; 25cm; 15cm; 10cm; 10cm) yang selanjutnya disebut variasi B. Variasi ketebalan media dilakukan untuk mengetahui ketebalan mana yang mampu mereduksi polutan paling baik.

Air limbah *laundry* dimasukkan kedalam bak filtrasi, kemudian secara *down flow* air akan melewati media filter yang ada. Pada saat melewati media filter, partikel-partikel yang terdapat pada limbah akan tertahan oleh media filter serta akan terserap oleh arang aktif yang mempunyai kemampuan menyerap polutan. Filtrasi menggunakan media berikut:

- Pasir
Pasir adalah media filter yang paling umum dipakai dalam proses penjernihan air, karena pasir dinilai ekonomis, tetapi tidak semua pasir dapat dipakai sebagai media filter. Pada umumnya pasir memiliki susunan kimia antara lain SiO_2 , Na_2O , CaO . Senyawa yang terpenting dalam pasir sebagai media filter adalah kandungan SiO_2 , yang tinggi, karena SiO_2 yang tinggi memberikan kekerasan pasir semakin tinggi pula. Pasir yang digunakan merupakan pasir yang berasal dari gunung merapi, dan diperoleh pada toko bangunan.
- Arang aktif
Arang aktif atau karbon aktif adalah material yang berbentuk bubuk atau butiran yang berasal dari material yang mengandung karbon misalnya batu bara, dan tempurung kelapa. Arang aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif (melakukan pemilihan), tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan. Daya serap arang aktif sangat besar, yaitu 25-100% terhadap berat arang aktif. Kegunaan dari arang aktif adalah sebagai bahan penghilang bau, warna, dan resin dalam

air di rumah tangga (Kumalasari, 2011). Arang aktif yang digunakan berasal dari tempurung kelapa. Arang yang digunakan berupa arang yang sudah aktif. Arang aktif memiliki luas permukaan yang sangat besar $1,95 \times 10^6 m^2 kg^{-1}$, dengan total volume pori sebesar $10,28 \times 10^4 m^3 mg^{-1}$ dan diameter pori rata-rata $21,6 \text{ \AA}$, sehingga sangat memungkinkan untuk dapat menyerap adsorbat dalam jumlah yang banyak (Allport, 1997). Arang aktif diperoleh di toko yang telah memiliki sertifikat analisa untuk menjamin bahwa media yang digunakan dalam kondisi aktif. Pada penelitian ini, media diperoleh dari toko Bratachem.

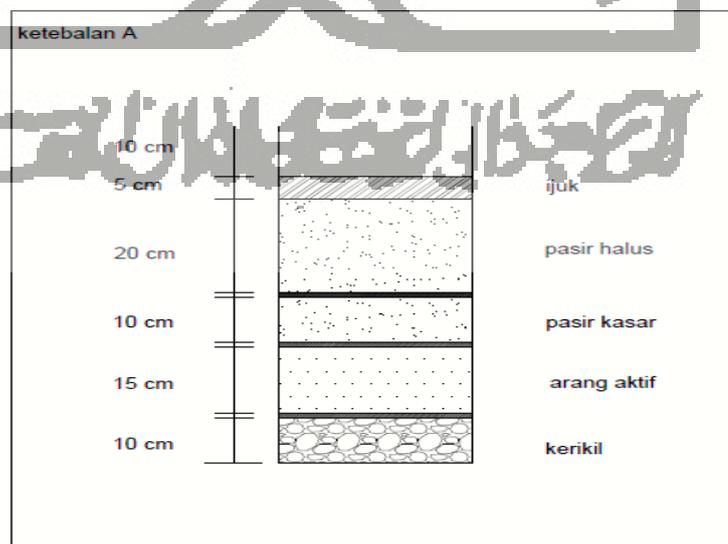
- Kerikil

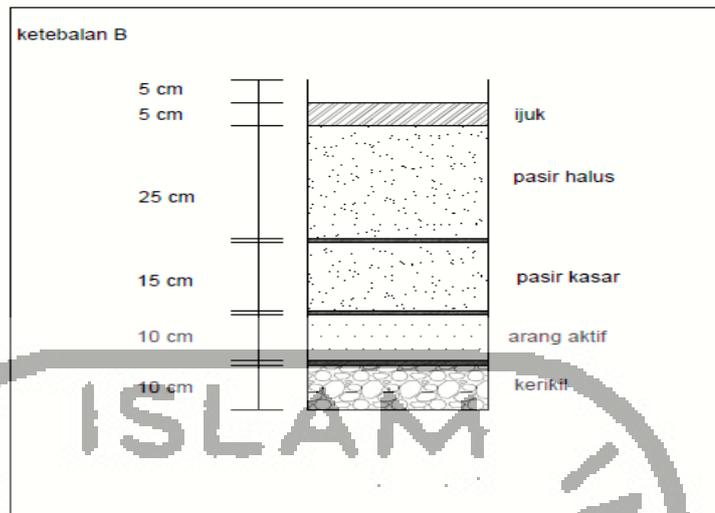
Kerikil memiliki fungsi sebagai penahan partikel-partikel besar dalam air. Selain itu pasir juga digunakan untuk menahan media filter yang beradda diatasnya agar tidak terbawa arus keluar melalui pipa outlet. Kerikil yang digunakan memiliki permukaan halus, dan biasa digunakan sebagai filter air.

- Ijuk

Ijuk merupakan serat yang berasal dari pohon aren, yang memiliki warna hitam. Ijuk mampu menahan partikel-partikel pada air limbah. Ijuk juga digunakan sebagai pembatas antar media filter agar tidak terjadi percampurn antar media filter. Ijuk yang digunakan berasal dari pohon aren, tidak ada pengolahan setelah pengumpulan serat. Ijuk dicuci terlebih dahulu untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada serat.

Susunan media ditampilkan pada Gambar 3.4.





Gambar 3.7 Susunan media filter

Ukuran media yang digunakan

pasir halus = 0,85 mm

pasir kasar = 1,18 mm

karbon aktif = 1,18 mm

kerikil = 3 cm

Ijuk = -

3.4.2 Persiapan Reaktor

Untuk mendapatkan hasil yang maksimal, perlu dilakukan persiapan yang baik. Media filter harus dicuci terlebih dahulu agar partikel-partikel yang menempel pada media tersebut terlepas, tujuan yang lain ialah agar hasil yang didapat benar-benar kandungan dari limbah *laundry*. Media filter yang telah dicuci kemudian dimasukkan kedalam bak filtrasi. Peletakan media dimulai dari kerikil, kemudian arang aktif, lalu pasir kasar, pasir halus dan ijuk. Pada setiap pertemuan media filter, ditambahkan pemisah berupa ijuk agar media filter tidak bercampur. Pada tahap main-treatment, persiapan yang dilakukan yaitu memastikan lampu dapat menyala dengan baik, kemudian memastikan posisi lampu berada pada posisi yang diinginkan. Untuk tahap post-treatment, persiapan yang dilakukan yaitu mencuci media adsorpsi. Tujuannya sama dengan pencucian media filter pada pre-treatment. Berdasarkan volume unit filtrasi, dapat diketahui debit pengolahan limbah *laundry* dalam sekali pengolahan. Debit yang mampu diolah sebanyak 63L.

3.4.3 Running Reaktor

Setelah dilakukan uji pendahuluan, tahap selanjutnya yang dilakukan ialah *running* reaktor. *Running* reaktor dilakukan untuk mengetahui kinerja reaktor secara keseluruhan, mulai dari *pre-treatment* sampai *post treatment*. Komposisi terbaik dari masing-masing tahap akan dipilih untuk digunakan dalam *running* reaktor. *Running* reaktor dilakukan sebanyak 2 tahap, tahap pertama yaitu pengujian secara *batch*, kemudian tahap kedua secara *kontinyu*. Pengujian secara *kontinyu* dilakukan dengan 2 cara, cara yang pertama yaitu dengan mengalirkan air secara langsung melewati ketiga unit pengolahan, kemudian melakukan pengambilan sampel pada pipa outlet reaktor, cara yang kedua yaitu mengalirkan air secara terus menerus dan melakukan pengambilan sampel sebanyak 7 kali setiap 10 menit pada tiap-tiap unit pengolahan. Setelah melewati satu unit pengolahan, air akan di tampung sebagai kontrol. Kontrol dilakukan guna mengetahui konsentrasi polutan sebelum masuk ke unit selanjutnya. Perbedaan antar *batch* dan *kontinyu* terletak pada unit *main-treatment*, jika *batch* air akan ditahan dan dilakukan penyinaran selama 1 jam, sedangkan secara *kontinyu*, air akan mengalir melewati unit *main-treatment* dengan lama penyinaran selama melewati unit *main-treatment* saja.

3.5 Metode Uji

Dalam melakukan pengujian, digunakan beberapa standar acuan yang ada. Acuan yang digunakan ditampilkn pada Tabel 3.1.

Tabel 3.2 Daftar acuan uji lab

NO	Unit	Metoda	SNI
1	BOD	Perbandingan perbandingan antara DO awal dengan DO akhir	SNI 6989.14: 2004
2	COD	Uji penelitian COD dengan refluks secara spektrofotometri	SNI 6989.2: 2009.
3	Ph	Uji pH menggunakan alat pH meter	SNI 06-6989.11-2004
4	Suhu	Thermometer	SNI 06-6989. 23-2005.
5	Kekeruhan	Turbidimeter	SNI 06-6989. 25-2005.
6	Surfaktan	Uji kadar surfaktan anionik dengan spektrofotometer	SNI 06-6989.51-2005

3.6 Pengolahan Data

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah secara kuantitatif dan kualitatif. Pendekatan kuantitatif diperlukan untuk mengetahui angka, persen dan diproyeksikan dalam bentuk diagram agar mempermudah dalam menganalisis hasil akhir. Sedangkan metode kualitatif digunakan untuk mempresentasikan hasil pendekatan kuantitatif dalam bentuk uraian yang berisikan penjelasan-penjelasan dari hasil yang didapatkan. Data yang diperoleh dari hasil pemeriksaan laboratorium diolah secara manual dan disajikan dalam bentuk tabel seberapa besar penurunan konsentrasi surfaktan, COD, BOD, kekeruhan setelah dilakukan pengolahan dengan filtrasi multimedia filter.

3.7 Lokasi penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di laboratorium fakultas teknik sipil dan perencanaan jurusan teknik sipil dan perencanaan Universitas Islam Indonesia Jalan Kaliurang Km 14,5, Umbulmartani, Ngemplak, Sleman, Yogyakarta.

3.8 Objek penelitian

Objek penelitian akan dilakukan pada air limbah *laundry* cucian pertama yang dibuat sendiri. Merk sabun yang digunakan ialah Rinso cair dengan komposisi 1 tutup botol sabun, 10 L air, dan 20 lembar pakaian.