

# PENGEMBANGAN TEKNOLOGI TEPAT GUNA DALAM SISTEM PENGOLAHAN LIMBAH PENCELUPAN

## I Made Arsawan, I Putu Sastra Negara, I Gede Oka Pujihadi

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali  
Bukit Jimbaran, P.O.box 1064 Tuban Badung – Bali  
Phone: +62-361-701981, Fax (0361)701128, Email : madearsawan@pnb.ac.id

**Abstrak:** Industri pencelupan yang ada di Kota Denpasar merupakan industri rumahan dengan manajemen pengelolaannya sangat sederhana. Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui unsur-unsur yang terkandung dalam limbah pencelupan tersebut dan untuk mendesain sebuah sistem pengolahan limbah yang tepat guna sesuai dengan kondisi yang ada di lapangan. Penelitian ini akan mengkaji masalah unsur-unsur yang terdapat pada limbah pencelupan, dan membuat sebuah *prototype* yang dapat mengeliminasi unsur-unsur pencemar yang ada di dalam limbah. Dari hasil penelitian diketahui unsur-unsur yang terdapat pada limbah ada yang melampaui batas ambang maksimum yang diizinkan ada juga yang masih di bawah ambang batas. Unsur detergen tidak ditemukan dalam limbah, sedangkan parameter BOD<sub>5</sub>, COD dan PH masih di bawah ambang batas yang diizinkan menurut Kepmen LH No. Kep.51/MENLH/10/1995, dan parameter kekeruhan, warna dan bau masih di atas ambang batas yang diizinkan. Setelah limbah diberikan perlakuan ada perubahan kualitas limbah ke arah yang lebih baik.

**Kata Kunci:** *Limbah pencelupan, teknologi tepat guna, pengolahan limbah*

### *Developing Appropriate Technology on Dyeing Waste Treatment*

**Abstract:** *The dyeing industry in Denpasar city is a cottage industry where its management is very simple. The goals to be achieved in this research is to determine what elements are contained in the dyeing waste and to design a wastewater treatment system that is appropriate in accordance with the conditions that exist in the field. This study will examine the problem elements contained in waste dyeing, and making a prototype that can be dismissed elements of the pollutant in the waste. Research results obtained from the elements contained in the existing waste that exceeds the maximum allowable threshold some are still below the threshold. Detergen element not found in sewage, while BOD<sub>5</sub>, COD and PH still below the threshold permitted by Ministerial Decree No. LH Kep.51 / MENLH / 10/1995, and turbidity, color and odor still above the allowable threshold. After a given waste treatment effluent quality is no change towards the better.*

**Keywords:** *Dyeing industry, appropriate Technology, waste treatment*

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Masalah pencemaran karena limbah yang tidak dikelola dengan baik tidak hanya disebabkan oleh industri besar, tetapi juga oleh industri kecil yang seringkali belum mempunyai fasilitas pengolahan limbah. Mengingat jumlah industri kecil yang sangat banyak dan lokasi yang menyebar, maka hal ini perlu mendapat perhatian. Sementara untuk industri besar yang sudah dilengkapi fasilitas pengolahan limbah dan adanya Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor : KEP 51/MENKLH/10/1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi kegiatan yang sudah beroperasi, seharusnya dapat mengelola limbah yang dihasilkan dengan prosedur yang benar dan bertanggung jawab, namun dalam pelaksanaannya masih sering terjadi pelanggaran.

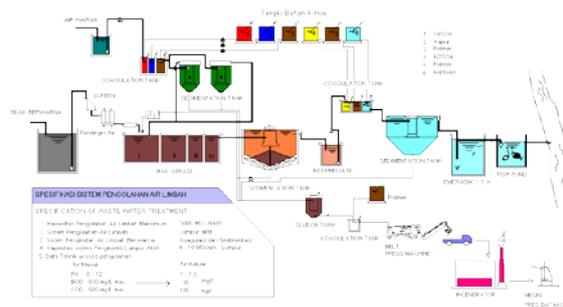
Berdasarkan data yang ada di Disperindag Kota Denpasar, saat ini terdapat sekitar 208 unit usaha

penyablonan dan pencelupan. Unit-unit usaha tersebut tersebar di berbagai kecamatan di Denpasar, yaitu Denpasar Selatan 104 unit usaha, Denpasar Barat 96 unit usaha, dan Denpasar Timur 8 unit usaha. Keseluruhan unit usaha ini masuk kategori nonformal dan tidak memiliki izin usaha. Hampir keseluruhan usaha pencelupan dan penyablonan ini tidak memiliki tempat pengolahan limbah dan limbahnya dibuang ke sungai sehingga menyebabkan terjadinya pencemaran sungai. Berdasarkan keterangan para perajin permasalahan biaya pengolahan limbah menjadi faktor utama para perajin tidak melakukan pengolahan limbahnya.

Secara alami alam memiliki kemampuan dalam menetralsasi pencemaran yang terjadi apabila jumlahnya kecil. Akan tetapi, apabila dalam jumlah yang besar akan dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan karena dapat mengakibatkan terjadinya perubahan keseimbangan lingkungan sehingga limbah tersebut dikatakan telah mencemari lingkungan. Hal ini dapat dicegah dengan mengolah

limbah yang dihasilkan industri sebelum dibuang ke badan sungai. Limbah yang dibuang ke sungai harus memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan, karena sungai merupakan salah satu sumber air bersih bagi masyarakat, sehingga diharapkan tidak tercemar dan bisa digunakan untuk keperluan lainnya.

Pengolahan limbah pencelupan yang berskala besar sudah dikembangkan oleh industri-industri tekstil dan pengolahannya sudah sangat konferhensif karena selalu dikontrol dalam kurun waktu tertentu. Salah satu contoh pengolahan limbah yang dilakukan oleh PT. UNITEX BOGOR yang bergerak dalam bidang tekstil.



**Gambar 1.1 Sistem pengolahan limbah tekstil PT. Unutex Bogor**

Pengolahan limbah yang dilakukan oleh industri ini sudah cukup kompleks, sehingga sulit untuk bisa diterapkan untuk industri kecil yang berskala rumahan. Berlatar belakang dari permasalahan di atas, akan dikaji dan dicarikan solusi untuk pengolahan limbah industri pencelupan yang memungkinkan diadopsi oleh para perajin dan dapat meminimalisasi pencemaran lingkungan.

## 1.2 Perumusan Permasalah

Permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini adalah unsur-unsur apasaja yang terkandung pada limbah pencelupan dan teknologi yang dapat menetralsasi limbah tersebut.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk:

1. Mengetahui unsur-unsur yang terkandung dalam limbah pencelupan tersebut.
2. Untuk mendesain sebuah sistem pengolahan limbah yang tepat guna sesuai dengan kondisi yang ada di lapangan.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Menurut data Disperindag Kota Denpasar, sebagian besar pelaku usaha pencelupan di Kota Denpasar tidak memiliki izin. Semua usaha pencelupan yang tidak memiliki izin usaha tidak melakukan pengolahan limbah dan limbah yang dihasilkan dari usaha pencelupan ini langsung dibuang ke lingkungan, sehingga sangat membahayakan bagi lingkungan sekitarnya terutama lingkungan perairan. Pengolahan limbah membutuhkan biaya yang besar dan sulit dilakukan bagi usaha kecil karena masalah

biaya pengolahan. Untuk itu sangat perlu dicarikan solusi model pengelolaan limbah yang tepat guna yang dapat diterima oleh pengusaha pencelupan yang berskala kecil.

## II. METODE PENELITIAN

### 2.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui tahapan awal yaitu menentukan sampel limbah pencelupan yang ada di Kota Denpasar. Selanjutnya dilakukan uji laboratorium untuk mengetahui zat-zat yang terkandung dalam limbah tersebut. Tahapan selanjutnya dibuatkan suatu *prototype* sistem pengolahan limbah untuk meminimalisasi kandungan bahan pencemar yang terkandung di dalam limbah. Hasil limbah setelah diberikan perlakuan diukur kualitas limbahnya di laboratorium. Jika kualitas limbah hasil pengukuran masih di atas ambang batas yang diizinkan, akan dilakukan design ulang sistem pengolahan yang telah dibuat sampai didapat suatu hasil yang diharapkan.

### 2.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan pada salah satu perajin pencelupan di Denpasar Selatan, yang hampir semua perajin tersebut membuang limbah pencelupannya ke sungai (Tukad Badung). Katagori perajin ini adalah sekala rumahan dan tidak memiliki izin usaha.

### 2.3 Penentuan Sampel

Sampel diambil pada salah satu perajin pencelupan di Denpasar Selatan, dengan asumsi karakter limbah pencelupan adalah homogen karena memiliki model industri pencelupan yang sama. Dari sampel yang sama diberikan perlakuan proses sistem pengolahan limbah yang didesain seperti gambar 2.2 dan selanjutnya dilakukan pengukuran kualitas airnya.



**Gambar 2.1 Prototype Sistem Pengolahan Limbah Pencelupan Hasil rancangan**

### 2.4 Alat dan Bahan yang Digunakan

Peralatan yang perlu disiapkan dalam penelitian ini adalah:

1. Bak kaca pengendapan awal

2. Bak kaca Prototype Pengolahan zona anaerob dan zona aerob
3. Bak kaca pengendapan akhir
4. Bak Kaca Prototype pengolahan limbah dengan metode WWG (Wastewater Gardens)
5. Jerigen Plastik ukuran 30 liter 20 buah
6. Buret untuk mengukur BOD<sub>5</sub> dan COD
7. pH Meter
8. Jet injektor AC-9908/ 24 W/ 20 L/min
9. Pompa sirkulasi
10. Sample air limbah pencelupan

## 2.5 Variabel yang Diukur

Variabel yang diukur dalam penelitian ini dapat disajikan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Variabel yang diukur

No	Variabel	Satuan	Metode Analisis	Peralatan
1	pH	-	pH Meter	Komperator pH
2	Suhu	°C	Pengamatan langsung	Termometer
2	Diterjen	Mg/l	Gravimetrik	Timbangan Analitik
3	BOD <sub>5</sub>	ppm	Spektrofotometrik	Spektrofotometer
4	COD	ppm	Spektrofotometrik	Spektrofotometer
5	Warna	-	Pengamatan langsung	Indra Pengelihatan
6	Bau	-	Pengamatan langsung	Indra Penciuman

## 2.6 Cara Pengukuran Variabel

Pengukuran kualitas air limbah pada tahap pertama adalah dengan mengambil sampel air limbah pada salah satu perajin pencelupan dan selanjutnya sampel air itu diuji di laboratorium analitik sehingga dapat diketahui kondisi kualitas air seperti pH, suhu, warna, bau, kandungan deterjen, BOD<sub>5</sub>, dan COD. Dari kandungan yang terdapat pada limbah pencelupan tersebut dicoba dicarikan solusi sebuah desain pengolahan limbah yang tepat guna yang dapat menetralisasi unsur-unsur yang berbahaya yang terkandung pada limbah pencelupan tersebut. Setelah desain selesai dicoba dibuatkan sebuah *prototype* sistem sesuai dengan hasil desain. Desain akan dicoba membuat sistem pengolahan limbah dengan kapasitas air limbah 160 liter. Air 160 liter ini akan dimasukkan ke dalam sistem pengolahan limbah yang dibuat, air dimasukkan sebanyak 132 liter ke dalam sistem pengolahan yang pada proses ini air limbah belum dapat masuk ke sistem WWG dan selanjutnya dimasukkan air limbah lagi sebanyak 28 liter dan pada bagian akhir pengolahan kualitas air akan diukur dengan variasi 2 waktu yang berbeda, yaitu di awal pengujian (kondisi air limbah baru keluar dari sistem WWG, dan diakhir pada saat air 28 liter tersebut habis dituangkan ke sistem. Tujuan dari variasi waktu pengambilan sampel adalah untuk mengetahui variasi

kualitas air hasil pengolahan dari berbagai waktu proses dan harapannya dapat diketahui titik jenuh dari sistem.

## 2.7 Analisis Data Penelitian

Dari data kualitas limbah pencelupan yang didapat pada tahap pertama akan dibandingkan dengan baku mutu limbah cair berdasarkan Kepmen LH No. Kep.51/MENLH/10/1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri, untuk mengetahui besar limbah hasil pencelupan telah melewati ambang batas baku mutu. Untuk data limbah hasil pengolahan akan dianalisis secara kuantitatif diskritif tentang pengaruh perubahan kualitas air limbah sebelum dan setelah perlakuan.

## III. PEMBAHASAN

### 3.1 Kualitas Limbah Pencelupan

Dari data yang didapat ternyata beberapa parameter seperti warna, bau dan kekeruhan masih melewati ambang batas kualitas limbah Golongan Baku II menurut Kep.Men. Neg. L.H. No: KEP-51/MENLH/10/1995 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri. Parameter warna dan bau tidak diatur dalam Kep.Men. Neg. L.H. No: KEP-51/MENLH/10/1995. Untuk parameter warna lebih pada unsur-unsur warna yang terkandung di dalam air tersebut, sehingga untuk parameter warna sebaiknya kualitas limbah yang dibuang ke lingkungan tidak berwarna dan tidak berbau. Untuk parameter BOD<sub>5</sub> dan COD limbah pencelupan yang dipakai sampel masih di bawah ambang batas, artinya kebutuhan oksigen di dalam air limbah untuk mengoksidasi seluruh bahan kimia dalam air masih tercukupi dan begitu juga kebutuhan oksigen untuk merombak bahan organik oleh mikroorganisme pengurai yang ada didalam air masih mencukupi.

### 3.2 Penanganan Parameter Kualitas Limbah yang Melewati Ambang Batas

Dari beberapa parameter air limbah yang diukur, parameter-parameter air limbah yang melewati ambang batas maksimum yang diizinkan berdasarkan Kep.Men. Neg. L.H. No: KEP-51/MENLH/10/1995 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri adalah warna masih berwarna hitam pekat, bau dimana limbah pencelupan masih berbau.

Penangan warna air dari zat pewarna yang digunakan untuk pencelupan, bisa dinetralisasi dengan zat kimia yang dapat mengikat warna yang ada, namun penambahan zat kimia ke air limbah tidak dapat menyelesaikan masalah secara tuntas, karena kandungan zat kimia didalam air tersebut akan tetap ada didalam air limbah. Untuk penanganan warna dalam kajian ini dicoba ditangani dengan memakai filtrasi dengan material bata merah dan arang kayu dengan harapan zat-zat pewarna yang ada dapat diserap oleh bata merah dan arang tersebut.

Untuk parameter bau dicoba dinetralisasi dengan pemberian oksigen di dalam air dengan metode aerasi, dengan harapan kebutuhan oksigen untuk kebutuhan mikroorganisme pengurai tercukupi sehingga dapat tumbuh dengan baik dapat menguraikan zat-zat organik. Apabila zat-zat organik kalau tidak terurai dalam waktu yang cukup lama akan dapat menimbulkan bau.

### 3.3 Efektivitas Hasil Rancangan Sistem Pengolahan Air Limbah Pencelupan

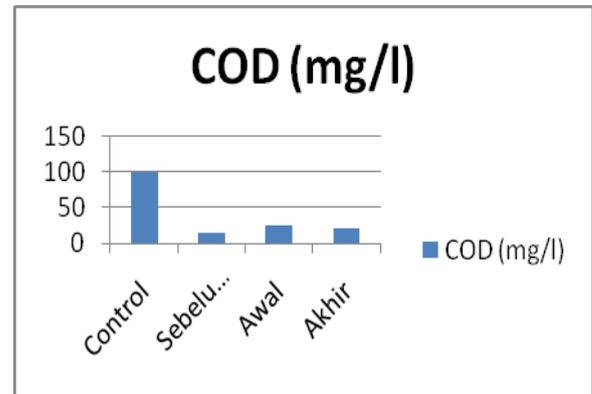
Perbedaan parameter kualitas air yang didapat sebelum dan setelah air limbah pencelupan itu diberikan perlakuan dengan *prototype* yang dibuat ada yang menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan dan ada beberapa parameter yang menunjukkan perbedaan yang tidak berarti.

Untuk parameter warna desain alat yang dibuat tidak memberikan hasil perbaikan kualitas limbah yang signifikan. Sebelum dan setelah menunjukkan warna yang hampir sama. Hal ini menunjukkan desain alat pengolahan limbah yang dirancang belum efektif untuk meminimalisasi kadar warna yang terkandung dalam limbah. Secara teori dengan proses WWG (Wastewater Gardens) dapat menyerap zat pewarna yang ada dalam limbah. Hal ini disebabkan tumbuhan yang digunakan sebagai sampel yaitu bambu air pada bak WWG belum tumbuh dengan baik, sehingga penyerapan zat-zat yang terkandung dalam limbah belum efektif.

Parameter bau yang ada pada limbah dapat dinetralisasi yang sebelum pengolahan tercium bau amis yang cukup keras dan setelah pengolahan bau amis sudah dapat berkurang. Hal ini dapat disebabkan oleh pemberian aerasi pada air sehingga kebutuhan oksigen untuk kebutuhan mikroorganisme pengurai tercukupi dan dapat tumbuh dengan baik untuk menguraikan zat-zat organik yang ada di dalam limbah yang dapat menimbulkan bau.

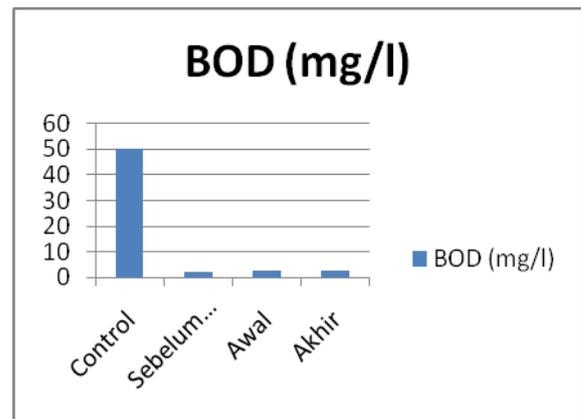
Kebutuhan Oksigen di dalam air yang ditunjukkan dengan parameter  $BOD_5$  dan COD menunjukkan kualitas limbah pencelupan yang digunakan sebagai sampel tidak melampaui ambang batas yang diizinkan. Perbedaan kualitas limbah sebelum dan setelah pengolahan pada parameter COD menunjukkan peningkatan nilai COD pada limbah setelah pengolahan baik di awal pengambilan sampel dan akhir pengambilan sampel. Hal ini disebabkan air limbah harus melewati tiga kali filtrasi yaitu filtrasi tahap 1, tahap 2 dan filtrasi dari sistem WWG. Pada sistem filtrasi kebutuhan oksigen akan berkurang, sehingga pada bak pengolahan diberikan suplay udara dengan metode aerasi, namun suply udara yang diberikan menunjukkan kurang mencukupi sehingga nilai COD meningkat. Pada akhir pengamatan nilai COD-nya menurun lagi mencapai 20,78 mg/l, artinya dengan berjalannya waktu pemberian suplay udara ke limbah akan memenuhi kebutuhan oksigen untuk mengoksidasi bahan kimia yang ada dalam air. Parameter COD yang didapat masih jauh di bawah

dari parameter ambang batas yang diizinkan yaitu 100mg/l.



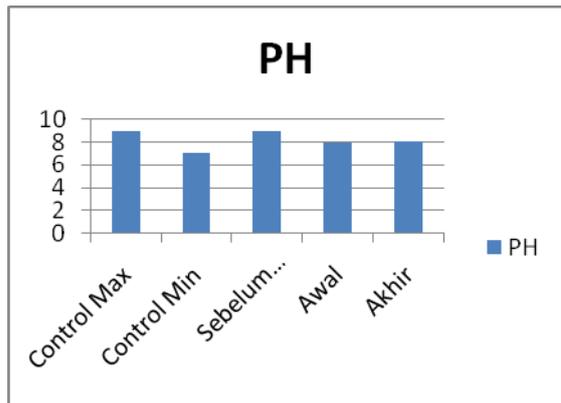
Gambar 4.1 Perbandingan nilai COD air limbah sebelum dan setelah pengolahan

Kebutuhan oksigen untuk proses biokimia yang ditunjukkan dengan nilai  $BOD_5$ , tidak menunjukkan perubahan yang signifikan, karena dari hasil pengukuran sebelum dan setelah pengolahan masih di bawah ambang batas yang diizinkan untuk kualitas limbah cair, karena sesungguhnya parameter ini tidak perlu penanganan.



Gambar 4.2 Perbandingan nilai  $BOD_5$  air limbah sebelum dan setelah pengolahan

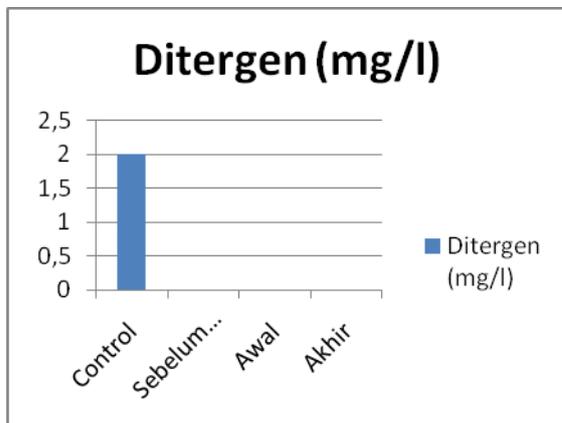
PH air limbah merupakan salah satu parameter yang dapat digunakan sebagai petunjuk kualitas air yang tergolong tercemar dan tidak, PH air menurut Kep.Men. Neg. L.H. No: KEP-51/MENLH/10/1995 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri antara 7-9, limbah pencelupan hasil pengamatan ternyata hampir melampaui ambang batas yaitu dengan nilai PH 8,96.



**Gambar 4.3** Perbandingan nilai PH air limbah sebelum dan setelah pengolahan

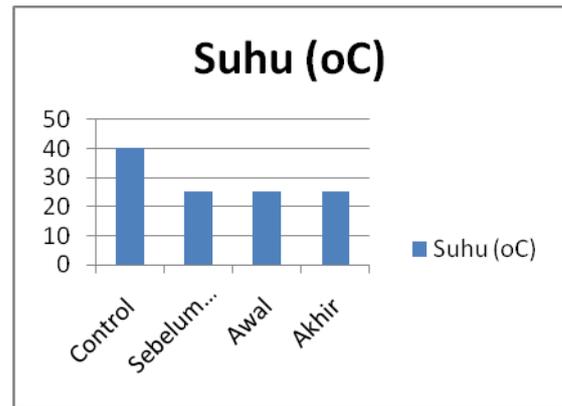
Dengan diberikannya perlakuan seperti desain yang dibuat, PH-nya bisa turun mencapai 7,96 di awal pengamatan dan di akhir pengamatan 8,1. Data seperti itu dapat dikatakan bahwa dengan berjalannya waktu Sistem pengolahan mengalami kejenuhan dari material filtering yang didesain, sehingga untuk menjaga sistem pengolahan masih tetap optimum harus dilakukan pembersihan material filtering dalam kurun waktu tertentu.

Kandungan detergen yang terkandung dalam limbah pencelupan yang dijadikan sampel ternyata tidak terdeteksi, artinya tidak ada unsur-unsur detergen yang digunakan dalam proses pencelupan.



**Gambar 4.4** Kandungan detergen pada air limbah sebelum dan setelah pengolahan

Suhu optimal dalam perairan adalah 20 °C. Pada suhu ini aktivitas kehidupan makhluk hidup di dalam air akan optimal. Parameter suhu untuk limbah industri berdasarkan Kep.Men. Neg. L.H. No: KEP-51/MENLH/10/1995 adalah 40 °C. Air limbah hasil pengamatan sebelum dan setelah perlakuan menunjukkan harga yang sama yaitu 25°C. Suhu air limbah pencelupan masih dibawah ambang batas. Desain alat yang dibuat tidak berpengaruh terhadap parameter suhu pada air limbah pencelupan.



**Gambar 4.5** Perbandingan suhu air limbah sebelum dan setelah pengolahan

#### IV. SIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1 Simpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat ditarik simpulan:

1. Unsur-unsur yang terkandung di dalam limbah pencelupan seperti detergen tidak terdeteksi, sedangkan parameter seperti warna dan bau sudah melewati ambang batas yang diijinkan menurut Kep.Men.Neg.L.H.No:KEP1/MENLH/10/1995 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri, yaitu limbah yang dibuang ke lingkungan tidak boleh berwarna dan berbau.
2. Setelah diberikan perlakuan sistem pengolahan limbah yang didesain parameter warna masih berwarna pekat, sedangkan untuk parameter bau sudah dapat dinetralisasi.
3. Parameter kualitas air seperti BOD<sub>5</sub>, COD, dan PH masih di bawah ambang batas yang diizinkan, dan perlakuan yang diberikan tidak menunjukkan perubahan yang signifikan. Hal ini disebabkan karena kebutuhan oksigen di dalam air belum cukup memadai.

##### 4.2 Saran

Dari hasil penelitian yang dilakukan masih banyak parameter kualitas air yang belum terukur dan metode yang diterapkan belum mampu meminimiliasi warna, yang terkandung di dalam limbah sehingga penelitian ini perlu dilanjutkan dengan pengembangan metode, sehingga didapatkan suatu hasil desain pengolahan limbah pencelupan yang tepat guna.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alaeerts, G. And Santika, S.1987. Metode Penelitian Air, Usaha Nasional. Surabaya
- Husin, Y.A. 1988. Penentuan Analisis Sifat Fisik-Kimia Air. Kursus Penyusunan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Angkatan VI. Kantor Mentri

- Negara Kependudukan Lingkungan Hidup dan Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Institut Teknologi Bogor, Bogor.
- Leonare, S., and Clesceri. 1998. *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water*, APHA, Washington DC.
- Met Calf dan Eddy Inc., *Wastewater Engineering, Treatment, Disposal, Re Use*, McGraw-Hill Series *Water Resources and Environmental Engineering* (New York: McGraw-Hill Book Co., 1979)
- Siregar. S.A. 2005. *Instalasi Pengolahan Air Limbah*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Sugiharto. 1987. *Dasar-Dasar Pengolahan Limbah*, Universitas Indonesia, Jakarta
- Sundstrom, DonalW., Herbert E. Klei, *Wastewater Treatment* (USA Prentice Hall Inc., 1997).
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia. 2004, *Metode Analisis Air dan Air Limbah*, Jakarta.