

## Rancang Bangun Alat Pemisah Minyak dan Air dengan *Electro Coagulant*

Muhammad Ilham Ramadhan; Putu Juni Setiawan; R. Grenny Sudarmawan  
Program Studi Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta,  
ilham130296@gmail.com

### Abstrak

Pengolahan limbah industri menjadi masalah lingkungan bagi industri. Oil water separator adalah salah satu solusi untuk mengatasi masalah lingkungan pada industri. Oil water separator digunakan sebagai pengolah limbah industri agar didapat limbah yang aman untuk lingkungan dengan tingkat keasaman atau pH mencapai angka 7 yang berarti limbah tersebut bersifat netral sesuai dengan standar baku air. Penggunaan CPI (corrugated plate interceptor) sebagai pengolah limbah hanya mampu memisahkan ukuran droplet dengan ukuran terkecil 50 mikron namun memiliki proses yang lebih cepat daripada EC (electro coagulant). Penggunaan EC sebagai pengolah limbah mampu memisahkan droplet dibawah 50 mikron.

Oil water separator pada umumnya dibuat terpisah antara CPI dengan EC sehingga pada rancang bangun inidikembangkan alat oil water separator dengan penggabungan CPI dan EC. Tujuan dari rancang bangun ini yaitu mendapatkan waktu proses pengolahan limbah yang lebih cepat dan nilai pH mencapai angka 7. Proses pengolahan limbah diawali dengan proses CPI lalu dilanjutkan dengan proses EC. Konstruksi terdiri dari tangki kotak berisi komponen CPI dan EC dengan dimensi keseluruhan 2000 mm x 1000 mm x 1000 mm. CPI memiliki dimensi 850 mm x 260 mm x 310 mm. Plat EC memiliki dimensi 600 mm x 650 mm x 3 mm dengan jumlah plat sebanyak 10 buah, 5 plat sebagai kutub positif dan 5 plat kutub negatif. Kapasitas proses pengolahan limbah didesain mampu memisahkan air dengan minyak sebanyak 1 m<sup>3</sup>/jam.

Kata kunci: EC (electro coagulant), oil water separator, dan pH.

### Abstract

Industrial waste treatment becomes an environmental problem for the industry. Oil water separator is one solution to solve environmental problems in industry. Oil water separator is used as an industrial waste processor to obtain safe waste for the environment with the level of acidity or pH reaches the number 7 which means the waste is neutral in accordance with the standard water standards. The use of CPI (corrugated plate interceptor) as a waste processor is only able to separate the size of droplets with the smallest size of 50 microns but has a faster process than EC (electro coagulant). The use of EC as a waste treatment can separate droplets below 50 microns. Oil water separator is generally separated between the CPI and the EC so that in the design of this tool developed oil water separator with the incorporation of CPI and EC. The purpose of this design is to get a faster processing time of waste and pH value reached number 7. Waste processing begins with CPI process and then proceed with EC process. The construction consists of a box tank containing CPI and EC components with an overall dimension of 2000 mm x 1000 mm x 1000 mm. CPI has dimensions of 850 mm x 260 mm x 310 mm. EC plates have dimensions of 600 mm x 650 mm x 3 mm with the number of plates of 10 pieces, 5 plates as a positive pole and 5 negative pole plate. The capacity of waste processing process is designed to separate water with oil as much as 1 m<sup>3</sup> / hour.

Keywords: EC (electro coagulant), oil water separator, dand pH.

## 1. Pendahuluan

### 1.1. Latar Belakang

Industri di Indonesia tiap tahun terus meningkat pertumbuhannya, begitu pula dengan limbah yang dihasilkannya. Saat ini pemerintah mulai tegas menerapkan peraturan tentang pembuangan limbah, karena meningkatnya kerusakan lingkungan yang diakibatkan dari berbagai jenis limbah, terutama limbah minyak dan air, limbah *electroplating*, limbah *grease*, limbah logam berat, dan limbah kimia lainnya. Tujuan dari pengolahan limbah adalah untuk mendapatkan limbah yang aman untuk lingkungan dengan tingkat keasaman atau pH senilai 7 yang berarti limbah tersebut bersifat netral sesuai dengan standar baku air.

Oil water separator menggunakan metode CPI (*Corrograted Plate Interceptor*) memiliki kekurangan, yaitu ukuran *droplet* yang dapat disaring berukuran paling kecil 50 mikron. Penggunaan metode CPI dapat mempercepat proses pemisahan minyak dengan air dibandingkan metode EC. Kekurangan lain dari CPI tidak mampu menstabilkan pH, tidak mampu menjaga kejernihan air, dan tidak mampu menghilangkan logam berat.

Oil water separator menggunakan metode EC (*Electro Coagulant*) mampu membersihkan limbah dari *droplet* yang berukuran kurang dari 50 mikron. EC adalah proses pengolahan air yang melibatkan arus listrik pada elektroda logam untuk menghilangkan berbagai kontaminan atau limbah industri. Kekurangan metode EC yaitu waktu proses yang lebih lama daripada metode CPI. Kelebihan lain dari EC diantaranya mampu memisahkan beragam limbah industri termasuk logam berat.

Berdasarkan kelebihan dan kelemahan masing-masing metode, maka dilakukan rancang bangun alat *oil water separator* dengan penggabungan metode CPI dan EC agar mendapatkan alat pemisah air dan minyak yang lebih efektif dan efisien, lebih mudah dalam perawatan, lebih mudah dalam fabrikasi, dan peralatan yang dihasilkan memiliki dimensi yang kompak sehingga meningkatkan efektivitas penggunaan lahan industri.

### 1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari pembuatan alat pemisah minyak dan air dengan *electro coagulant* adalah sebagai berikut

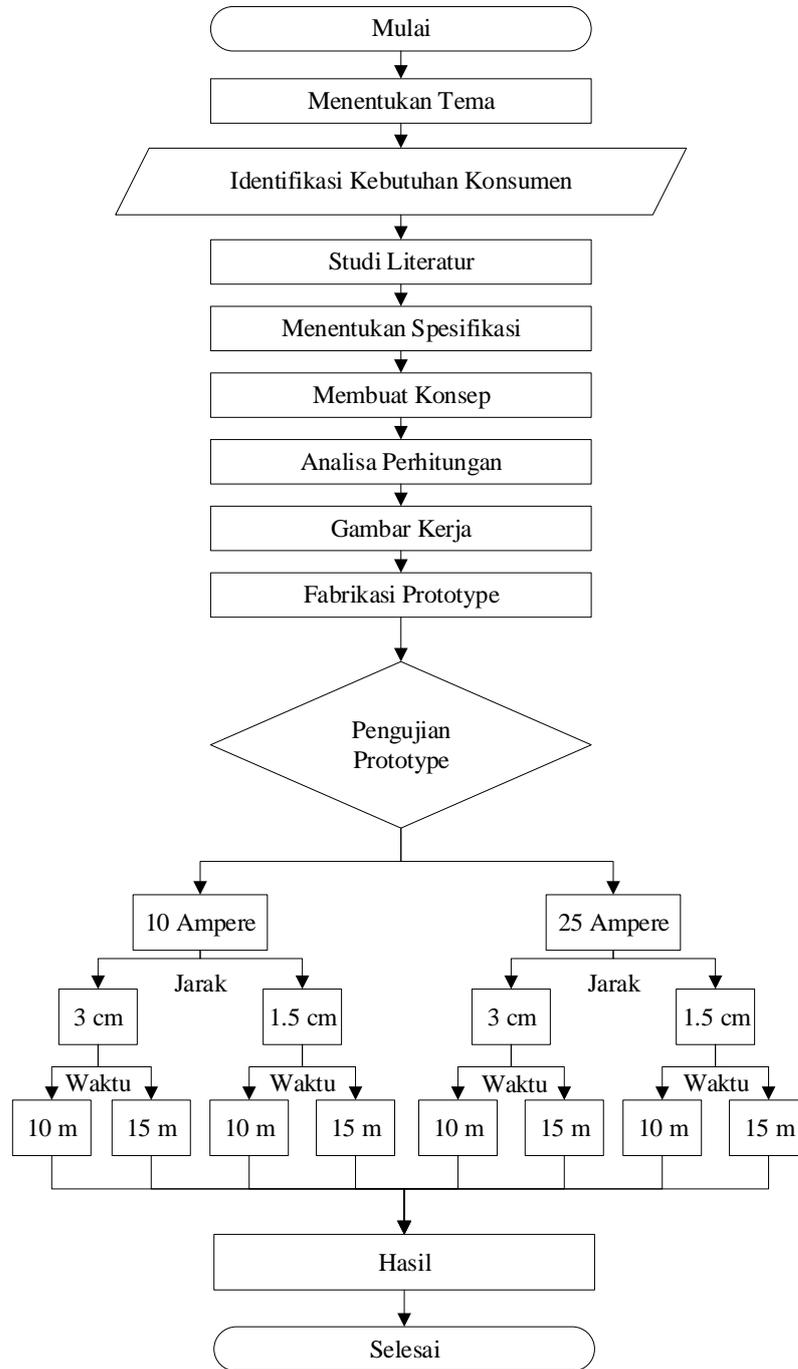
#### 1.2.1. Tujuan Umum

1. Menghasilkan alat pengolah limbah untuk berbagai jenis limbah industri terutama yang mengandung minyak
2. Memperbaiki kualitas air sebelum dibuang ke saluran umum.

#### 1.2.2. Tujuan Khusus

1. Membuat alat pemisah minyak dan air untuk diteliti keberhasilannya mencapai standar baku air.
2. Analisis desain yang dirancang sehingga mendapatkan dimensi yang dibutuhkan berdasarkan kapasitas proses yang diinginkan konsumen.
3. Melakukan fabrikasi *prototype*.

## 2. METODE PENELITIAN



## Gambar Diagram Alir

Metode proses perancangan dilakukan dengan urutan sebagai berikut:

1. Penentuan Judul  
Penentuan judul “Rancang Bangun Alat Pemisah Minyak dan Air dengan *Electro Coagulant*” berasal dari industri atau konsumen untuk dilakukan penelitian. Judul ini digunakan untuk membuat sebuah *equipment oil water separator* untuk menyaring limbah cair yang berasal dari industri berupa campuran minyak dan air. Alat ini dirancang menyesuaikan kebutuhan konsumen.
2. Studi Literatur  
Studi literatur digunakan untuk memahami dasar-dasar teori terkait dengan rancang bangun ini. Data tersebut berupa kapasitas, desain data dan dimensi tangki. Sehingga dapat diperoleh hal-hal yang digunakan dalam rancang bangun alat pemisah minyak dan air dari segi proses kerja.
3. Membuat Konsep dan Menentukan Spesifikasi  
Segala pemikiran ataupun ide-ide yang ada dituangkan dalam sebuah konsep desain. Kemudian ditentukan jenis filter, dimensi dan bentuk tangki yang digunakan pada alat pemisah air dan minyak berdasarkan permintaan konsumen.
4. Analisa Perhitungan  
Perhitungan meliputi kapasitas tangki, ketebalan plat tangki, dan kekuatan las pada tangki dan pada kaki yang menopang tangki.
5. Gambar Kerja  
Hasil meliputi gambar lengkap rancangan dan spesifikasi rancangan beserta gambar per bagian.
6. Fabrikasi *Prototype*  
Berikut dilampirkan tahapan pembuatan *prototype* :
  - a. Pembuatan tangki dengan bahan akrilik ketebalan 3 mm
  - b. Pembuatan part *scum pipe* menggunakan pipa PVC
  - c. Pembuatan part *electro coagulant*
  - d. Perakitan CPI menggunakan pipa PVC
  - e. Perakitan *electro coagulant*
7. Pengujian *Prototype*  
Pengujian *prototype* dilakukan dengan merubah besar arus listrik agar didapatkan hasil yang terbaik. Pengujian dilakukan dengan menggunakan jarak antar EC 3 cm untuk setiap pengujian digunakan arus listrik sebesar 10 A, 25 A, selama 10 menit dan 15 menit.
8. Hasil  
Hasil berisi data-data pengujian kemudian dilakukan analisis untuk memperoleh kesimpulan.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Proses Rancang Bangun

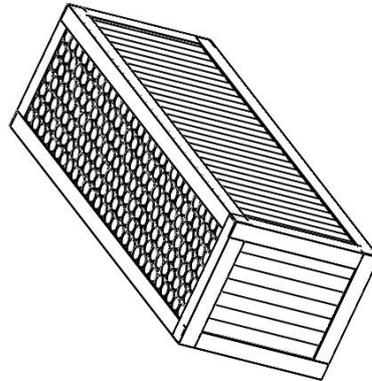
Proses rancang bangun dimulai dengan mengetahui kebutuhan konsumen. Kemudian dilanjutkan dengan pembuatan konsep dan menentukan spesifikasi berdasarkan permintaan konsumen. Setelah menentukan spesifikasi dilanjutkan dengan melakukan analisa perhitungan dan pembuatan gambar kerja. Proses berikutnya adalah pembuatan *prototype* untuk dilakukan pengujian agar mendapatkan hasil yang optimal. Hasil dari pengujian kemudian dianalisis agar didapat kesimpulan.

### 3.2. Produk Rancang Bangun

Pada penulisan ini terdapat dua jenis produk yaitu produk asli dan *prototype*. Produk asli dibuat sesuai dengan hasil rancangan. *Prototype* dibuat untuk dilakukan simulasi terhadap waktu proses dan besar arus listrik pada proses elektro koagulasi. Pada penulisan ini hanya dilakukan proses rancangan terhadap produk asli dan pembuatan serta pengujian *prototype*.

Berikut dilampirkan *part* yang terdapat pada alat ini.

### 3.2.1. CPI (Corrograted Plate Interceptor)



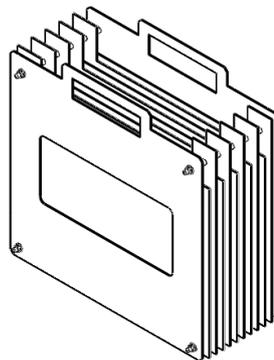
Gambar 3.1 *Corrograted Plate Interceptor*

CPI dirancang untuk memisahkan minyak dan air yang terdapat dalam air limbah. Pada air dan minyak memiliki viskositas yang berbeda. Fluida dengan viskositas rendah memiliki sifat lebih mudah mengalir dibandingkan dengan fluida yang memiliki viskositas lebih tinggi.

CPI pada produk asli memiliki dimensi 850 mm x 260 mm x 310 mm.

CPI pada *prototype* disusun dengan menggabungkan 66 buah pipa PVC dengan ukuran masing-masing pipa berdiameter 5/8” dan panjang 10 [cm] yang disusun teratur sehingga berbentuk seperti Gambar 3.1.

### 3.2.2. Plat EC (*Electro Coagulant*)



Gambar 3.2 Plat *Electro Coagulant*

Plat EC merupakan *part* yang digunakan untuk proses elektro koagulasi. Elektro koagulasi adalah proses penggumpalan dan pengendapan partikel-partikel halus yang terdapat dalam air menggunakan energi listrik. Pada penulisan ini, partikel halus berupa minyak.[2]

Arus listrik dan waktu proses akan berpengaruh terhadap kondisi keasaman. Semakin besar arus yang digunakan maka akan berpengaruh besar terhadap kondisi keasaman setelah proses, sedangkan waktu kontak memiliki pengaruh yang lebih kecil.[3]

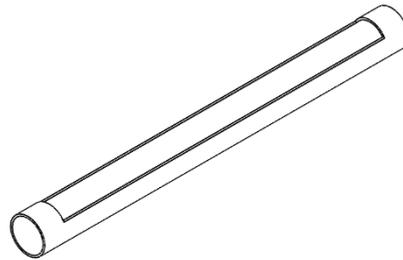
Belum ditemukan pengaruh jarak antar plat *electro coagulant* dengan kondisi keasamaan setelah proses.

Susunan plat EC dilampirkan pada Gambar 3.2, plat EC disusun bergantian antara plat negatif dengan plat positif yang disisipkan *spacer* antara plat negatif dengan plat positif untuk memberikan jarak antar plat EC.

Pada produk asli menggunakan material *Aluminium* dengan dimensi masing-masing plat 600 mm x 650 mm x 3 mm dengan jumlah plat sebanyak 10 buah, 5 plat sebagai kutub positif dan 5 plat kutub negatif.

Pada *prototype* yang dibuat menggunakan material *Aluminium* dengan dimensi masing-masing plat 100 mm x 100 mm x 2 mm dengan jumlah plat sebanyak 6 buah, 3 plat sebagai kutub positif dan 3 plat kutub negatif dengan jarak antar plat sebesar 30 [mm].

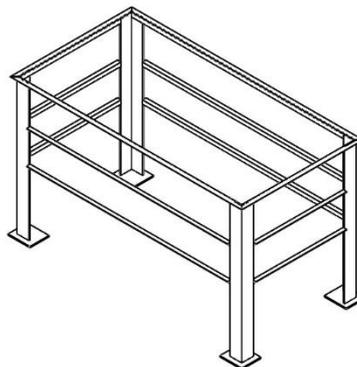
### 3.2.3. *Scum Pipe*



Gambar 3.3 *Scum Pipe*

*Scum pipe* adalah alat yang berfungsi untuk mengatur pembuangan kontaminan yang mengapung baik itu yang menggumpal maupun yang tidak yang telah dipisahkan dengan air limbah ke tempat penampungan kontaminan. Pada *prototype*, *scum pipe* di buat dengan menggunakan pipa PVC yang bagian tengah pipa dipotong untuk *input* minyak atau gumpalan hasil pemisahan. Pada pembuatan *prototype*, *scum pipe* didukung dengan bantalan plastik dan disegel dengan *sealant* untuk mencegah kebocoran.

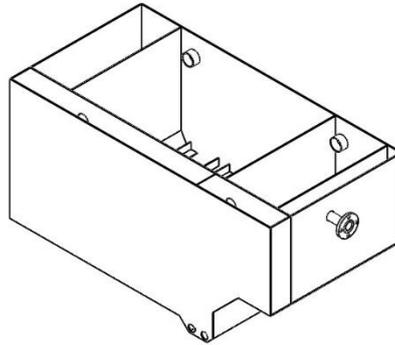
### 3.2.4. *Stiffner*



Gambar 3.4 *Stiffner*

*Stiffner* merupakan *part* produk asli menggunakan besi siku yang dibuat mengelilingi tangki. Fungsi dari *stiffner* ini adalah untuk mencegah terjadinya defleksi yang diakibatkan tekanan dari dalam tangki.

### 3.2.5. Tangki



Gambar 3.5 Tangki

Pada rancangan produk asli tangki terbuat dari material *Carbon Steel A-36* dengan dimensi keseluruhan 2 [m] x 1 [m] x 0.95 [m]. Bentuk tangki terlampir pada Gambar 3.5. Pada tangki terdapat *nozzle inlet* dan *outlet*. Pada *prototype* yang dibuat menggunakan material akrilik dengan dimensi keseluruhan 400 [mm] x 200 [mm] x 200 [mm]

Kecepatan aliran pada tangki dapat diketahui dengan menggunakan persamaan 1

$$V_s = \frac{[200 \cdot g (\rho_{air} - \rho_{oli})]}{\pi} \cdot d^2 \dots \dots \dots (1)$$

dimana :

- $V_s$  = *Sedimentation Velocity* (m/s)
- $g$  = *Gravitational Acceleration* (m/s<sup>2</sup>)
- $\rho_{air}$  = *Water Density* (kg/m<sup>3</sup>)
- $\rho_{oli}$  = *Oil Density* (kg/m<sup>3</sup>)
- $\pi$  = 3.14
- $d$  = *Inlet Diameter* (m)

Debit aliran yang masuk ke dalam tangki dapat diketahui dengan persamaan 2 :

$$A = \frac{Q}{V_s} \dots \dots \dots (2)$$

dimana :

- $A$  = *Separating Area* (m<sup>2</sup>)
- $Q$  = *Debit* (m<sup>3</sup>/s)

Dari persamaan I dan II maka akan didapatkan debit fluida yang dapat melalui tangki pada alat

Material dalam pembuatan tangki menggunakan *carbon steel A-36* dengan spesifikasi bahan sebagai berikut :

Tabel 3.1. Spesifikasi *Carbon Steel A-36*

Physical Properties	Metric	English
<i>Density</i>	7.8 g/cc	0.284 lb/in <sup>2</sup>
Mechanical Properties	Metric	English

<i>Tensile Strength, Ultimate</i>	<i>400-550 Mpa</i>	<i>58000-79800 psi</i>
<i>Tensile Strength, Yield</i>	<i>250 Mpa</i>	<i>36300 psi</i>
<i>Elongation at Break</i>	<i>20 %</i>	<i>20 %</i>
	<i>23 %</i>	<i>23 %</i>
<i>Modulus of Elasticity</i>	<i>200 Gpa</i>	<i>29000 psi</i>
<i>Compressive Yield Strength</i>	<i>152 Mpa</i>	<i>22000 ksi</i>
<i>Bulk Modulus</i>	<i>160 Gpa</i>	<i>23200 psi</i>
<i>Poissons Ratio</i>	<i>0.26</i>	<i>0.26</i>
<i>Shear Modulus</i>	<i>79.3 Gpa</i>	<i>11500 ksi</i>

Untuk mendapatkan ketebalan plat tangki agar dapat menahan tekanan air, maka tebal plat tangki dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3 [1] berikut :

$$t = \sqrt{\frac{\beta \times P_d \times b^2}{s}} + CA \dots \dots \dots (3)$$

*t = ketebalan plat*

*b = horizontal length without reinforced*

*P<sub>d</sub> = design pressure*

*S = allowable stress*

*CA = corrosion allowance*

### 3.3. Sistem Kerja

Sistem kerja dari alat ini diawali dengan penyaringan limbah melalui media CPI, pada *prototype* media CPI menggunakan pipa PVC berdiameter 5/8” yang disusun dengan teratur. Pada media CPI diharapkan limbah dapat terpisah dari partikel-partikel kontaminan seperti minyak, atau kontaminan lain yang memiliki viskositas lebih rendah daripada air. Setelah melalui media CPI, dilanjutkan ke media EC, pada media ini diharapkan sisa-sisa kontaminan dari limbah dapat menggumpal sehingga alat ini dapat menghasilkan air yang jernih.

### 3.4. Hasil Desain Rancangan dan *Prototype*

Hasil rancangan berupa tangki memiliki dimensi keseluruhan 2000 [mm] x 1000 [mm] x 1000 [mm] dengan material *Carbon Steel A-36*. CPI memiliki dimensi 850 mm x 260 mm x 310 mm. Plat EC memiliki dimensi 600 mm x 650 mm x 3 mm dengan jumlah plat sebanyak 10 buah, 5 plat sebagai kutub positif dan 5 plat kutub negatif.

*Prototype* yang dibuat memiliki dimensi keseluruhan 400 [mm] x 200 [mm] x 200 [mm] dengan material akrilik. CPI dibuat dengan menggunakan pipa PVC berdiamter 5/8” dengan Panjang 10 [cm] sebanyak 66 buah yang disusun secara teratur. Plat EC memiliki dimensi 100 [mm] x 100 [mm] x 2 [mm] dengan jumlah plat sebanyak 6 buah, 3 plat sebagai kutub positif dan 3 plat kutub negatif

### 3.5. Hasil Uji Coba

Uji coba dilakukan menggunakan *prototype*. Berikut dilampirkan hasil pengujian.

**3.5.1. Percobaan 1, Arus 10 [A] waktu 10 [menit]**



Gambar 3.6 Percobaan 1

Melalui pengamatan visual dapat dilihat bahwa hasil proses menghasilkan cairan yang keruh dan terdapat endapan warna hitam pada bagian bawah. Masih tercium bau yang mirip dengan bau limbah. Hasil proses dapat dilihat pada Gambar 3.6. pH hasil proses sebesar 7,8

**3.5.2. Percobaan 2, Arus 10 [A] waktu 15 [menit]**



Gambar 3.7 Percobaan 2

Melalui pengamatan visual dapat dilihat bahwa hasil proses menghasilkan cairan yang lebih bening daripada percobaan 1, terdapat endapan warna hitam pada bagian bawah. Masih tercium bau yang mirip dengan bau limbah. Hasil proses dapat dilihat pada Gambar 3.7. pH hasil proses sebesar 8.04

**3.5.3. Percobaan 3, Arus 25 [A] waktu 10 [menit]**



Gambar 3.8 Percobaan 3

Melalui pengamatan visual dapat dilihat bahwa hasil proses percobaan ketiga menghasilkan cairan yang lebih bening, dan terdapat endapan warna hitam pada bagian bawah namun terlihat lebih samar daripada percobaan kedua. Masih tercium bau yang mirip dengan bau limbah. Hasil proses dapat dilihat pada Gambar 3.8. pH hasil proses sebesar 8.10.

**3.5.4. Percobaan 4, Arus 25 [A] waktu 15 [menit]**



Gambar 3.9 Percobaan 4

Melalui pengamatan visual dapat dilihat bahwa hasil proses percobaan keempat menghasilkan cairan yang lebih bening daripada percobaan ketiga, terdapat endapan warna putih dan sedikit kontaminan warna putih yang masih terlarut. Masih tercium bau yang mirip dengan bau limbah. Hasil proses dapat dilihat pada Gambar 3.9. pH hasil proses sebesar 7,80 - 8,0.

#### 4. KESIMPULAN

a. Hasil rancangan

Hasil rancangan berupa tangki memiliki dimensi keseluruhan 2000 [mm] x 1000 [mm] x 1000 [mm] dengan material *Carbon Steel A-36*. CPI memiliki dimensi 850 mm x 260 mm x 310 mm. Plat EC memiliki dimensi 600 mm x 650 mm x 3 mm dengan jumlah plat sebanyak 10 buah, 5 plat sebagai kutub positif dan 5 plat kutub negatif.

b. Hasil uji coba

Berdasarkan uji coba, pengamatan secara visual diperoleh hasil paling jernih didapat pada proses elektro koagulasi dengan menggunakan arus listrik sebesar 25 [A] selama 15 [menit], namun masih terdapat endapan kontaminan. Pengujian menggunakan arus listrik 10 [A] selama 10 [menit] didapatkan hasil yang paling keruh, masih terdapat kontaminan yang terlarut dan banyak terdapat endapan. Masih terdapat bau pada seluruh hasil percobaan.

Pengamatan menggunakan pH meter, hasil yang mendekati pH 7 didapat pada percobaan 1 dengan nilai pH sebesar 7,8. Pada percobaan 3 didapat nilai pH yang terbesar yaitu sebesar 8,10.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada PT. PUSTEK E&T sebagai tempat *On Job Training* yang telah memberikan kesempatan, waktu, dan tempatnya untuk menyelesaikan penulisan skripsi.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. P. E. Kanti K, *Design of Process Equipment*, Second. Tulsa: Pressure Vessel Handbook Publishing, Inc, 1985.
- [2] D. A. Gunawan, "Elektrokoagulasi Menggunakan Aluminium sebagai Pretreatment pada Elektrokoagulasi Menggunakan Aluminium sebagai Pretreatment pada Mikrofiltrasi Air Permukaan yang Mengandung NOM," no. December 2016, 2017.
- [3] G. J. Millar, J. Lin, A. Arshad, and S. J. Couperthwaite, "Journal of Water Process Engineering Evaluation of electrocoagulation for the pre-treatment of coal seam water," vol. 4, pp. 166–178, 2014.