

## **Pengaruh Penambahan Zeolit terhadap Perubahan Kekeruhan pada Proses Elektrokoagulasi Air Limbah**

### **Effect of Zeolite Addition on Turbidity Changes in Wastewater Electrocoagulation Process**

**Sutanto <sup>1</sup>, Danang Widjajanto <sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta, Depok

<sup>2</sup>Teknik Otomasi Listrik Industri, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta, Depok

[sutanto@elektro.pnj.ac.id](mailto:sutanto@elektro.pnj.ac.id)

#### **ABSTRAK**

**Abstrak.** Air limbah rumah tangga sampai saat ini masih banyak yang dibuang ke lingkungan secara sia-sia bahkan bila dibiarkan dapat berakibat pada pencemaran lingkungan. Air limbah yang dibuang ke lingkungan cukup potensial untuk diolah kembali menjadi air bersih. Jika air limbah tersebut akan diolah kembali menjadi air bersih, maka kekeruhan harus diturunkan atau dihilangkan sampai mengikuti standar air bersih. Untuk menurunkan atau menghilangkan kekeruhan dilakukan penelitian pengolahan air limbah menjadi air bersih menggunakan proses elektrokoagulasi terpadu dengan proses adsorpsi dengan menambahkan zeolit. Proses pengolahan dilakukan dengan mengalirkan air limbah rumah tangga sebanyak 8 liter ke dalam bak proses yang terbagi menjadi empat sel. Setiap sel dilengkapi anoda dan katoda dari bahan aluminium berukuran 5 x 20 x 20 cm dan tidak ada penambahan zeolit. Proses elektrokoagulasi dijalankan pada tegangan 12 V dan setiap 10 menit proses dihentikan untuk diukur kekeruhannya. Penelitian diulang dengan langkah yang sama, akan tetapi berat zeolit yang digunakan divariasikan, yaitu 2, 4, 6 dan 8 g. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan kekeruhan dapat diturunkan dari 45 NTU menjadi 20 NTU dengan waktu proses 60 menit dan penambahan zeolit 6 g,

**Kata kunci:** Air Limbah, Elektrokoagulasi, Kekeruhan, Zeolit

#### **ABSTRACT**

**Abstract.** *There is still a lot of waste water from domestics that is discharged into the environment without being treated first, so it can cause environmental pollution. The waste water has the potential to be recycled into clean water. To make into the clean water, the turbidity must be reduced to meet clean water quality standards. In order to reduce turbidity, a study was carried out to treat wastewater into clean water using an integrated electrocoagulation process with an adsorption process by adding zeolite. The process is carried out by flowing 8 liters domestic of waste water into a process tank which is divided into four cells. Each cell is equipped with anode and cathode made from aluminum with size of 5 x 20 x 20 cm and no added zeolite. The electrocoagulation process was run at 12 V and every 10 minutes the process was stopped to measure turbidity. In sequence with the same procedure, but the weight of the zeolite was varied, namely 2, 4, 6, and 8 g. The results showed that the turbidity can be reduced from 45 to 20 NTU with a processing time of 60 minutes and the addition of 6 g of zeolite.*

**.Keywords:** *Domestic waste water, Elektrocoagulation, Turbidity, Zeolite*

## 1. PENDAHULUAN

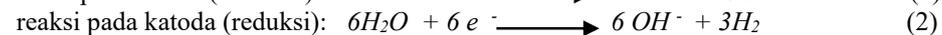
Air limbah yang berasal dari rumah tangga, rumah makan atau industri cukup melimpah dan banyak yang dibuang ke lingkungan secara sia-sia. Jika kandungan polutan dalam air limbah tidak terkontrol, maka dapat menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan. Mengingat air limbah yang terbuang tersebut cukup melimpah dan untuk mencegah terjadinya pencemaran lingkungan, maka air limbah dapat dijadikan sebagai salah satu sumber utama untuk diolah kembali menjadi air bersih. Pada umumnya polutan dalam air limbah mengandung polutan organik dan logam berat. Supaya kualitas air hasil pengolahan memenuhi syarat sebagai air bersih, maka para meter yang terakandung dalam air hasil pengolahan harus memenuhi syarat sesuai dengan peraturan Menteri Kesehatan RI No 32 tahun 2017. Berdasarkan peraturan Menteri Kesehatan RI No 32 tahun 2017 disebutkan bahwa kandungan maksimum parameter dalam air bersih adalah 1 mg/L untuk besi (Fe), 0,05 mg/L untuk arsen (As), 2 mg/L untuk tembaga (Cu), 0,05 mg/L untuk khrom (Cr), 0,5 mg/L untuk mangan (Mn), 15 mg/L untuk seng (Zn), 200 mg/L untuk natrium (Na), 10 mg/L untuk zat organik, 50 per 100 mL untuk Baktetri Koliform, 0 per 100 mL untuk bakteri E Coli, 6,5 – 8,5 untuk pH dan 25 NTU untuk kekeruhan.

Metode yang digunakan untuk mengolah air limbah menjadi air minum atau air bersih sudah cukup banyak diteliti dan diaplikasikan dalam dunia industri [1]. Metode yang pernah digunakan antara lain dengan menambahkan bahan kimia kedalam air limbah, sehingga terbentuk flok yang mudah mengikat polutan yang terkandung dalam air limbah. Kemudian dilakukan proses penyaringan untuk memisahkan antara air hasil proses dengan flok yang terbentuk dalam air [2]. Kelemahan metode ini antara lain adanya penggunaan bahan kimia yang apabila tidak terkontrol dengan tepat, maka akan meninggalkan residu yang dapat membahayakan manusia atau makhluk lain yang meminum atau memanfaatkan air tersebut. Metode lain yang digunakan adalah proses elektrokoagulasi, yaitu proses pengolahan air limbah menggunakan prinsip elektrolisis dengan anoda terbuat dari plat aluminium atau baja untuk menghasilkan senyawa koagulan. Dalam hal ini senyawa koagulan berfungsi sebagai adsorben untuk menyerap polutan dalam air limbah yang mudah terendapkan pada dasar bak proses. Kelemahan dari proses ini bila hanya dilakukan secara elektrokoagulasi saja tanpa dikombinasikan dengan proses lain atau kelengkapan alat yang lainnya, maka air yang dihasilkan terkadang masih menyisakan kandungan logam berat atau polutan organik yang cukup tinggi atau dapat juga menyisakan bakteri patogen yang cukup tinggi.

Hasil penelitian pada pengolahan air limbah rumah tangga yang dilakukan secara elektrokoagulasi menunjukkan bahwa proses mampu menurunkan kandungan padatan total (TS) sampai 98,45%, Chemical Oxygen Demand (COD) sampai 94,75% dan bakteri Koliform sampai 96,34% [3].

Salah satu metode yang pernah dilakukan untuk menurunkan kandungan Cadmium (Cd) dalam limbah cair adalah menggunakan proses elektrokoagulasi. Berdasarkan hasil penelitian ternyata efisiensi penghilangan Cadmium dapat mencapai 100 % dengan waktu proses 5 menit dan daya 1,6 kWh per m<sup>3</sup> [4].

Persamaan reaksi yang terjadi pada proses elektrokoagulasi dengan elektroda aluminium adalah sebagai berikut [5]:



Dari persamaan (3) nampak terbentuk Al(OH)<sub>3</sub> yang merupakan senyawa berbentuk gumpalan atau flok, sehingga akan memudahkan polutan dalam air terperangkap dan terendapkan. Salah satu kelebihan penggunaan proses elektrokoagulasi adalah tidak diperlukan filter untuk penyaringan bakteri atau polutan lainnya, karena bakteri akan terbawa bersama polutan lain yang telah teradsorpsi oleh bahan koagulan Al(OH)<sub>3</sub> dan akan terendapkan ke dasar bak proses.

Hasil penelitian tentang penanganan air lindi menggunakan proses elektrokoagulasi yang dipadu dengan proses adsorpsi, menunjukkan bahwa proses mampu menurunkan COD (kebutuhan oksigen kimia) hingga 98,73% dan kadar total padatan tersuspensi (TTS) sebesar 99,54% dengan variasi waktu kontak 90 menit dan jarak elektroda 1 cm serta penggunaan zeolit 30 gram. Perpaduan antara kedua proses tersebut cukup berhasil untuk menurunkan polutan dalam air limbah [6].

Pada proses adsorpsi logam berat dalam air tanah menggunakan zeolit - 4 berukuran nano partikel selama 15 menit, menunjukkan bahwa kandungan besi (Fe) dapat diturunkan sampai 94 % dan mangan (Mn) sampai 100%. Proses menunjukkan hasil yang sangat memuaskan [7].

Proses elektrokoagulasi pada pengolahan air limbah yang diawali dengan proses adsorpsi selama 20 menit menggunakan karbon aktif, menunjukkan bahwa proses mampu menurunkan BOD, COD, TDS, TSS masing-masing adalah 95.6%, 96%, 91%, 76.6%. Dalam hal ini proses elektrokoagulasi dijalankan selama 50 menit dengan elektroda aluminium dan besi. Perpaduan dari proses tersebut menunjukkan hasil yang cukup memuaskan [8].

Air limbah kota yang terinfiltrasi air asin dari laut terdekat (konduktivitas listrik 957S/cm) dan nilai COD adalah 353,89 mgO<sub>2</sub>/L) dapat diolah secara efisien dengan elektrokoagulasi satu langkah terintegrasi dengan penambahan zeolit rendah pada rasio S/L adalah 20 g/L [9]. Penurunan konduktivitas listrik tidak tergantung pada pH awal larutan dan dikaitkan dengan penghilangan polutan oleh elektrokoagulasi dalam flok. Pengurangan konduktivitas listrik (dalam kisaran 17,00–65,79%), kekeruhan (dalam kisaran 61,28–97,44%), COD (dalam kisaran 77,08–92,71%) dan total nitrogen Kjeldahl (dalam kisaran 33,33–90,48%).

Penurunan kekeruh dalam air limbah rumah tangga telah dilakukan secara elektrokoagulasi dengan arus (0,03–0,09 A), pH (3–9), dan waktu proses (15–45 menit) dengan kombinasi elektroda Al–Fe dan Fe–Al. Efisiensi penyisihan tertinggi dicapai 91,23% dan 96% pada arus 0,09 A, pH 9 dan waktu proses 45 menit masing-masing menggunakan kombinasi elektroda Al–Fe dan Fe–Al. Data matematis dan statistik dianalisis dan juga optimalisasi maksimum penyelidikan eksperimental menggunakan metodologi permukaan respons adalah 91,053% untuk Al–Fe dan 96,68% untuk kombinasi elektroda Fe–Al. Interaksi parameter operasi yang berbeda menunjukkan bahwa model itu valid. Selain itu, model divalidasi berdasarkan persentase kesalahan absolut deviasi (AED) < 10% dan koefisien regresi (R<sup>2</sup>) > 0,7. Estimasi biaya operasi elektrokoagulasi dilakukan untuk kedua kombinasi elektroda tergantung pada parameter operasi yang dipilih yang didasarkan pada konsumsi energi, konsumsi elektroda, dan biaya bahan kimia yang digunakan selama penelitian [10].

Penelitian pada pengembangan dan evaluasi reaktor elektrokoagulasi (EC), yang digabungkan antara proses EC dan clarifier yang dioperasikan secara kontinyu untuk penghilangan warna dan kekeruhan. Penelitian menggunakan empat unit EC, setiap unit EC memiliki dua pasang plat elektroda aluminium dalam susunan monopolar dengan celah 1,5 cm dan membutuhkan kerapatan arus 13,5 mA/cm<sup>2</sup>. Pada laju aliran cairan 1–2 L/menit dapat menurunkan kekeruhan dari 250 menjadi <20 NTU dan warna dari 6000 menjadi <300 ADMI [11].

Tingkat efektifitas penurunan polutan dalam air limbah menggunakan perpaduan tiga tahapan, yang pertama menggunakan perpaduan proses adsorpsi – elektrokouglulasi dan biologis serta yang kedua menggunakan perpaduan proses adsorpsi – biologis dan elektrokoagulasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses adsorpsi – elektrokouglulasi dan biologis mempunyai efisiensi penurunan mangan (Mn), nikel (Ni), seng (Zn) dan besi (Fe) masing-masing adalah 100 ± 0,1%, 71,4 ± 1,7%, 63,8 ± 1,9% dan 94,2 ± 0,2%, sedangkan proses adsorpsi – biologis dan elektrokoagulasi hanya mempunyai efisiensi penurunan mangan (Mn), nikel (Ni), seng (Zn) dan besi (Fe) masing-masing adalah 98,9 ± 1,2%, 67,7 ± 1,7%, 76,1 ± 1,6% dan 94,8 ± 0,1% . Artinya proses penurunan polutan dalam air menggunakan proses adsorpsi – elektrokouglulasi dan biologis lebih efisien dari pada menggunakan perpaduan proses adsorpsi – biologis dan elektrokoagulasi [12].

Proses elektrokoagulasi dan adsorpsi menggunakan tanah lempung untuk menurunkan kandungan fluor dalam air tanah telah dilakukan untuk penelitian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses elektrokoagulasi mampu menurunkan kandungan fluor mencapai 99 % selama 4,5 jam, sedangkan proses adsorpsi hanya mampu menurunkan kandungan fluor sangat jauh dari 99 %. Akan tetapi bila proses dipadu antara elektrokoagulasi dan adsorpsi secara simultan dengan menggunakan berat tanah lempung yang tepat, maka penurunan fluor bisa mencapai 100% [13].

Telah dilakukan penelitian perbandingan penurunan COD dan kekeruhan pada pengolahan air limbah pencucian mobil menggunakan proses elektrokoagulasi yang diikuti dengan proses adsorpsi dan proses simultan antara elektrokoagulasi dan adsorpsi. Hasil studi menunjukkan bahwa proses elektrokoagulasi dapat menurunkan COD sampai 78% dan kekeruhan sampai 92% dengan waktu proses 60 menit dan elektroda yang digunakan adalah aluminium. Setelah proses adsorpsi dengan karbon aktif granular komersial dengan konsentrasi 22,5 g/L mampu menyisihkan akhir masing-masing adalah 99,97% untuk COD dan 98% untuk kekeruhan. Sedangkan dari proses simultan antara elektrokoagulasi dan adsorpsi, dalam hal ini proses elektrokoagulasi menggunakan elektroda aluminium dan konsentrasi karbon aktif

granular komersial yang digunakan adalah 22,5 g/L. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penghilangan akhir COD adalah 94% dan 98% untuk kekeruhan. Artinya perpaduan proses antara elektrokoagulasi dan adsorpsi lebih efektif dari pada proses elektrokoagulasi saja [14].

Perhitungan konsumsi energi listrik pada proses elektrokoagulasi dapat dijelaskan menggunakan persamaan berikut [15]:

$$C_{energi} = \frac{u.i.t}{Vol} \quad (4)$$

dengan  $C_{energi}$  adalah energi listrik untuk menjalankan proses elektrokoagulasi (KWh),  $u$  adalah tegangan listrik (V),  $i$  adalah arus listrik (A),  $t$  adalah lama waktu untuk proses elektrokoagulasi dan  $Vol$  adalah volume air limbah ( $m^3$ ). Sedangkan untuk konsumsi elektroda dapat ditung dengan persamaan berikut [

$$C_{elektroda} = \frac{i.t.M}{z.F.Vol} \quad (5)$$

dengan  $C_{elektroda}$  adalah konsumsi elektroda ( $kg/m^3$ ),  $i$  adalah arus listrik (A),  $t$  adalah lama waktu untuk proses elektrokoagulasi,  $M$  adalah berat molekul elektroda,  $z$  adalah angka elektron saat reaksi oksidasi/reduksi,  $F$  adalah konstanta Faraday (96.487 C/mol) dan  $Vol$  adalah volume air limbah ( $m^3$ ).

Untuk biaya operasi pada proses elektrokoagulasi dihitung menggunakan persamaan[16]:

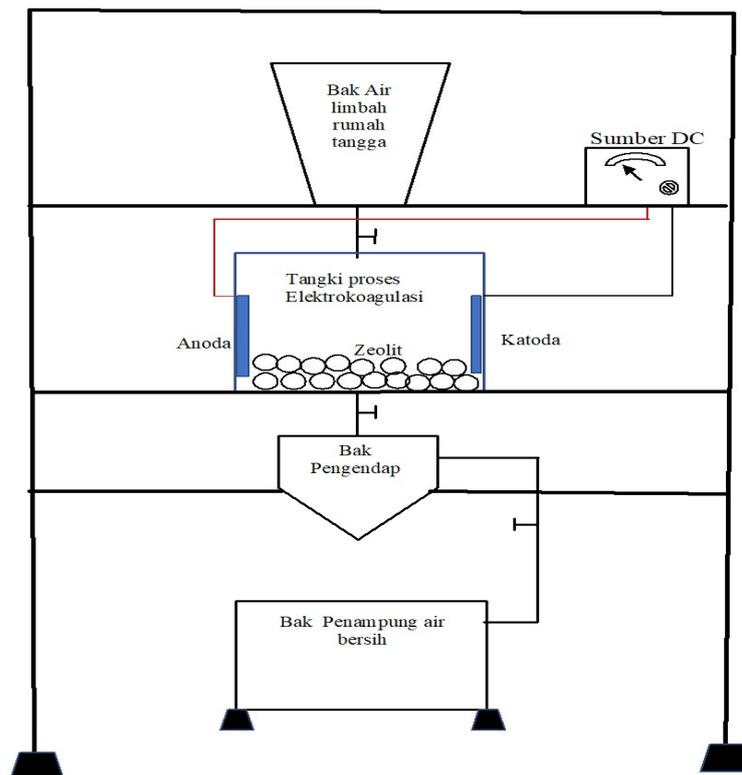
$$OC = (\alpha \times C_{energi}) + (\beta \times C_{elektroda}) \quad (6)$$

dengan  $OC$  adalah biaya operasional (Rp),  $\alpha$  adalah harga listrik per KWh,  $C_{energi}$  adalah energi listrik untuk menjalankan proses elektrokoagulasi (KWh),  $\beta$  adalah harga elektroda (Rp) dan  $C_{elektroda}$  adalah konsumsi elektroda ( $kg/m^3$ ),

## 2. METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian dilakukan sebagai berikut: menyiapkan bahan baku, menyiapkan peralatan, menyiapkan tempat, pelaksanaan penelitian, analisis dan penyimpulan hasil. Bahan yang dibutuhkan antara lain: air limbah rumah tangga, asam khlorida, aquadest dan zeolit. Sedangkan peralatan yang diperlukan antara lain: Avo meter, ayakan, bak proses elektrokoagulasi dan turbidimeter. Tempat penelitian: Laboratorium Telekomunikasi dan Laboratorium Listrik. Sketsa peralatan yang digunakan untuk penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

Pelaksanaan penelitian dimulai dengan mengukur kekeruhan air limbah, mengayak zeolit dan mengaktifkan zeolit. Pengukuran kekeruhan air limbah dilakukan menggunakan turbidimeter. Penyiapan zeolit dilakukan dengan memecah bahan tersebut, kemudian diayak dengan ukuran 5 mesh. Selanjutnya zeolit diambil sebanyak 40 gram dan diaktifkan dengan merendam dalam larutan 2 liter asam khlorida 0,5 N selama 60 menit. Berikutnya menetralkan zeolit dengan aquadest dan dikeringkan pada suhu  $300^{\circ}C$  dalam open selama 90 menit. Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan mengalirkan air limbah rumah tangga sebanyak 8 liter kedalam bak proses yang terbagi menjadi empat sel. Setiap sel dilengkapi anoda dan katoda dari bahan aluminium berukuran 5 x 20 x 20 cm dan tidak ada penambahan zeolit. Proses elektrokoagulasi dijalankan pada tegangan 12 V dan setiap 10 menit proses dihentikan untuk diukur kekeruhannya menggunakan turbidimeter [3], [5], [10], [15]. Penelitian diulang dengan langkah yang sama, akan tetapi berat zeolit yang digunakan divariasikan, yaitu 2, 4, 6 dan 8 g [6-7].



Gambar 1. Sketsa alat penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang akan dibahas terdiri atas: hasil pengukuran kualitas air limbah rumah tangga, pengaruh perubahan berat zeolit terhadap perubahan kekeruhan air dan pengaruh perubahan waktu proses terhadap kekeruhan air untuk setiap perubahan berat zeolit.

#### A. Hasil Pengukuran Kualitas Air Limbah Rumah Tangga

Hasil pengukuran kualitas air limbah rumah tangga ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengukuran kualitas air limbah rumah tangga

Parameter	Hasil Pengukuran
Besi (Fe)	2,7 mg/L
Mangan (Mn)	1,2 mg/L
pH	6,2
Kekeruhan	45 NTU
Zat Otrganik	15 mg/L
Natrium (Na)	220 mg/L
Seng (Zn)	20 mg/L

Bersarkan Tabel 1 dapat dijelaskan bahwa kondisi air limbah rumah tangga cukup membahayakan lingkungan. Karena sesuai dengan standar air bersih menurut peraturan Menteri Kesehatan RI No 32

## Pengaruh Penambahan Zeolit terhadap ...

tahun 2017 adalah kandungan maksimum masing-masing parameter adalah 1 mg/L untuk besi (Fe), 0,05 mg/L untuk arsen (As), 2 mg/L untuk tembaga (Cu), 0,05 mg/L untuk khrom (Cr), 0,5 mg/L untuk mangan (Mn), 15 mg/L untuk seng (Zn), 200 mg/L untuk natrium (Na), 10 mg/L untuk zat organik, 50 per 100 mL untuk Bakteri Koliform, 0 per 100 mL untuk bakteri E Coli, 6,5 – 8,5 untuk pH dan 25 NTU untuk kekeruhan. Dalam hal ini kandungan besi 2,7 mg/L (melebihi 1 mg/L), mangan 1,2 mg/L (melebihi 0,5 mg/L), pH 6,2 (kurang dari 6,5), kekeruhan 45 NTU (melebihi 25 NTU), zat organik 15 mg/L (melebihi 10 mg/L), natrium 220 mg/L (melebihi 200 mg/L dan seng 20 mg/L (melebihi 15 mg/L). Bila akan digunakan kembali sebagai air bersih, maka air limbah tersebut harus diolah atau diproses sampai parameternya memenuhi persyaratan sebagai air bersih.

### B. Pengaruh Perubahan Berat Zeolit terhadap Kekeruhan Air

Hasil penelitian pengaruh perubahan berat zeolit terhadap kekeruhan air dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2, dapat dijelaskan bahwa pada proses elektrokoagulasi yang tidak disertai penambahan zeolit sampai dengan waktu proses 80 menit ternyata belum dapat menghasilkan air bersih. Karena kekeruhan yang dicapai masih 29 NTU, sedangkan persyaratan kekeruhan untuk air bersih maksimum adalah 25 NTU. Pada proses elektrokoagulasi yang dijalankan sampai 80 menit dengan penambahan zeolit 2 gram belum juga mampu mendapatkan air bersih yang memenuhi persyaratan, karena kekeruhan masih pada harga 27 NTU (masih diatas 25 NTU). Demikian pula pada proses elektrokoagulasi yang ditambahkan zeolit 4 gram dengan lama proses 80 menit, juga belum mampu menghasilkan air bersih yang memenuhi persyaratan. Karena kekeruhan air masih pada harga 26 NTU (melebihi 25 NTU). Pada proses elektrokoagulasi yang dijalankan dengan waktu minimum 60 menit dan penambahan zeolit 6 gram, harga kekeruhan sudah bisa mencapai 20 NTU (kurang dari 25 NTU). Dalam hal ini proses dapat menurunkan kekeruhan dari 45 NTU menjadi 20 NTU atau setara dengan 55,56%. Pada proses elektrokoagulasi yang dijalankan dengan waktu minimum 60 menit dan penambahan zeolit 8 gram, harga kekeruhan juga sudah bisa mencapai kurang dari 25 NTU atau 16 NTU. Dalam hal ini proses dapat menurunkan kekeruhan dari 45 NTU menjadi 16 NTU atau setara dengan 64,44%. Dari analisis yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa penambahan 8 gram zeolit mampu meningkatkan penghilangan kekeruhan 8,88%. Akan tetapi dengan perbedaan penambahan zeolit sebanyak 2 gram berdampak pada peningkatan biaya operasional (dibutuhkan penambahan biaya pengadaan zeolit). Sedangkan secara teknis kualitas air yang dihasilkan baik yang dijalankan dengan proses elektrokoagulasi selama 60 menit dengan penambahan zeolit 6 gram maupun 8 gram, masing-masing kondisi telah mampu menurunkan kekeruhan dibawah 25 NTU. Bila dipertimbangkan dengan faktor ekonomi, maka penambahan zeolit 6 gram memerlukan biaya pengadaan lebih murah dibandingkan dengan pengadaan 8 gram zeolit. Dengan mempertimbangkan sisi teknik maupun ekonomi, maka proses elektrokoagulasi yang dipadu dengan penambahan zeolit 6 gram dapat direkomendasikan sebagai kondisi proses yang cukup baik dan memenuhi syarat untuk mengolah air limbah rumah tangga menjadi air bersih dengan waktu proses minimum 60 menit.

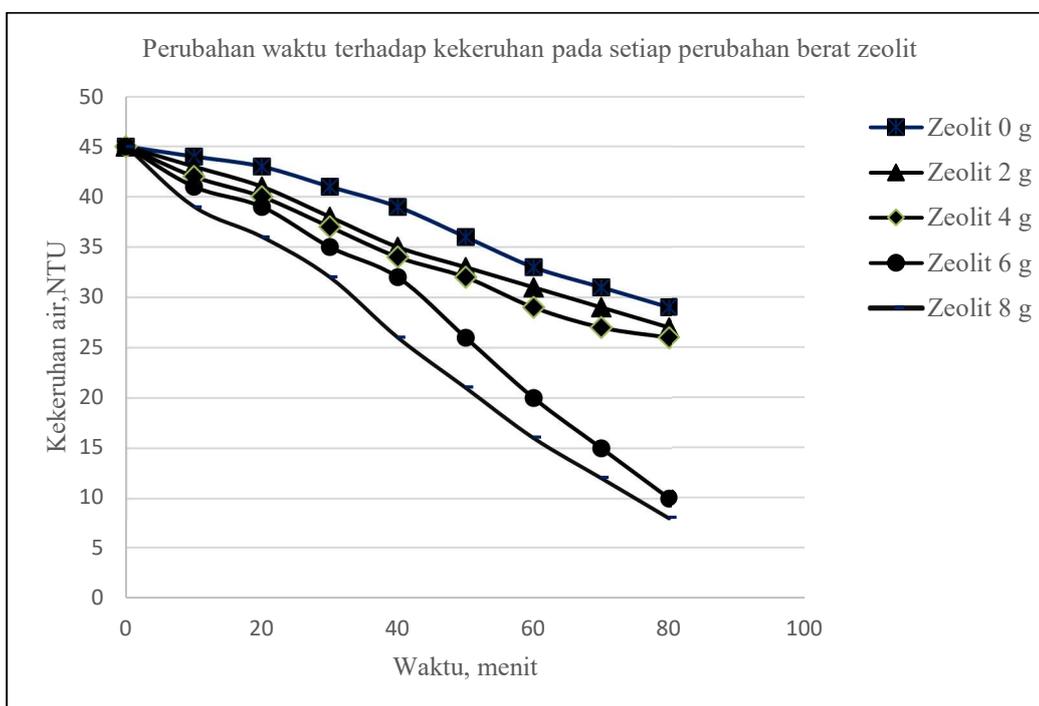
Tabel 2. Hasil pengukuran kekeruhan karena perubahan berat zeolit

Waktu, Menit	Berat zeolite 0 g	Berat zeolite 2 g	Berat zeolite 4 g	Berat zeolite 6 g	Berat zeolite 8 g
0	45	45	45	45	45
10	44	43	42	41	39
20	43	41	40	39	36
30	41	38	37	35	32
40	39	35	34	32	26
50	36	33	32	26	21
60	33	31	29	20	16
70	31	29	27	15	12
80	29	27	26	10	8

**C. Pengaruh perubahan waktu terhadap kekeruhan untuk setiap perubahan berat zeolit.**

Pengaruh perubahan waktu proses terhadap perubahan kekeruhan untuk setiap perubahan berat zeolit dapat ditampilkan dalam bentuk kurva, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.

Dari Gambar 2 dapat dijelaskan bahwa pada peningkatan berat zeolit untuk waktu proses yang sama, dapat mempercepat proses penurunan kekeruhan air. Pada penggunaan zeolit 8 gram dapat membantu percepatan penurunan kekeruhan yang paling tinggi dibandingkan dengan penggunaan zeolit 6,4 atau 2 gram. Karena zeolit mempunyai sifat mengadsorpsi polutan yang terlarut dalam air. Dengan demikian, jika semakin banyak zeolit yang digunakan maka dapat berakibat pada semakin banyaknya polutan yang terserap oleh zeolit. Sehingga kekeruhan air semakin berkurang atau semakin rendah. Proses percepatan penurunan kekeruhan juga dibantu oleh proses elektrokoagulasi. Karena pada saat berlangsungnya proses elektrokoagulasi dapat terbentuk kogulan  $Al(OH)_3$  yang bersifat mudah mengadsorpsi polutan dan mengendapkannya pada dasar bak proses. Semakin lama proses elektrokoagulasi dijalankan, maka akan semakin banyak koagulan  $Al(OH)_3$  yang terbentuk. Sehingga polutan yang teradsorpsi oleh  $Al(OH)_3$  juga semakin banyak. Dengan demikian kekeruhan air semakin lama dapat semakin berkurang atau air menjadi semakin jernih.



Gambar 2. Kurva pengaruh perubahan waktu terhadap kekeruhan

**SIMPULAN**

Proses elektrokoagulasi yang dipadu proses adsorpsi dengan penambahan zeolit mampu menurunkan kekeruhan air limbah. Pada proses elektrokoagulasi yang dijalankan selama 60 menit dengan tegangan 12 V dan penambahan zeolit 6 gram mampu menurunkan kekeruhan dari 45 NTU menjadi 20 NTU atau 55,56%.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Kepada Kepala UP2M Politeknik Negeri Jakarta diucapkan terima kasih atas bantuan pendanaan dan pengurusan semua keadministrasian selama pelaksanaan penelitian Tahun Anggaran 2023.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lestari,P., Sutiarmo,L., Karyadi, J.N.W., Masirtoh,R.E., Ngadisih, Radi, Nugroho, A.P., Hajad,M., Zahra, A.M. Penerapan Biodigester Untuk Pengolahan Air Limbah Industri Tapioka Berbasis Pemberdayaan Masyarakat Berkelanjutan di Rumah Produksi Pangan Selopamioro, Yogyakarta. *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat*. 2023; 5(1): 43 – 60.
- [2] Sihombing, R.P., Sarungu, Y.T.Pengolahan Air Limbah Industri Tekstil dengan Metoda Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Besi (Fe) dan Aluminium (Al). 2022. *JC-T (Journal Cis-Trans)*, 6(2): 11-18.
- [3] Wellner, D. B., Couperthwaite, S.J., Millar,G.J. (2018). Influence of Operating Parameters During Electrocoagulation of Sodium Chloride and Sodium Bicarbonate Solutions Using Aluminium Electrodes. *Journal of Water Process Engineering*. 2018; 22: 13-26.
- [4] Brahmia,K., Bouguerra,W., Hamrounia,B., Elalouib,E., Loungouc,M., Tlili,Z. Investigation of electrocoagulation reactor design parameters effect on the removal of cadmium fromsynthetic and phosphate industrial waste water. *Arabian Journal of Chemistry*. 2019; 12: 1848-1859.
- [5] Kowalski, M.S., Zhang, E.P.X., Wei,V., Oleszkiewicz,J.A. (2019). Electrocoagulation of wastewater using aluminum, iron, and magnesium electrodes. *Journal of Hazardous Materials*, 2019; 368: 862-868.
- [6] Trisnawati, Purnama, H. Pengaruh waktu dan jarak elektroda pada pengolahan lindi dengan metode elektrokoagulasi- adsorpsi zeolite. *Jurnal Teknik Kimia*,2021; 27( 2): 54 – 60.
- [7] Mubarak, M.F., Mohamed, A.M.G, Keshawy, M., Moghny, T.A., Shehata, N. Adsorption of heavy metals and hardness ions from ground water onto modified zeolite. *Batch and column studies. Alexandria Engineering Journal*.2022; 61(6): 4189-4207.
- [8] Dehghani, Y., Honarvar, B., Azdarpour, A., Nabipour, M. Treatment of waste water by a combined technique of adsorption, electrocoagulation followed by membrane separation.*Advances in Environmental Technology*. 2021; 3: 171-183.
- [9] Bun ,S., Hong, P., Chawaloeshosiya, N.,Pang, S.,Vet, S., Ham,P., Chan, R., Painmanakul, P. Development of Integrated Electrocoagulation - Sedimentation (IECS) in Continuous Mode for Turbidity and Color Removal. *ChemEngineering*. 2022; 6(3): 1-16.
- [10] Genethliou, C., Tatoulis, T., Charalampous, N. , Dailianis, S., Tekerlekopoulou, A.G., Vayenas, D.V. Treatment of raw sanitary landfill leachate using a hybrid pilot-scale system comprising adsorption, electrocoagulation and biological process. *Journal of Environmental Management*. 2023; 330: 1-6.
- [11] Vrsalović, L., Medvidović, N.V., Svilović, S., Pavlinović, A..Taguchi method in the optimization of municipal wastewater treatment by electrocoagulation integrated with zeolite. *Energy Reports*. 2023; 9(5): 59-76.
- [12] Bote, M.E., Desta, W. M. Removal of Turbidity from Domestic Waste Water Using Electrocoagulation Optimization with Response Surface Methodology. *Chemistry Africa*. 2022; 5: 123–134.
- [13] Karabulut, B.Y., Atasoy, A.D., Yeşilnacar, M.I. Fluoride contamination in ground water and its removal by adsorption and electrocoagulation processes. *Sigma J Eng & Nat Sci*. 2019; 37 (4): 1251-1262.
- [14] Graça, N.S., Rodrigues, A.E. The Combined Implementation of Electrocoagulation and Adsorption rocesses for the Treatment of Wastewaters. *Clean Technol*.2022; 4(4):1020-1053.
- [15] Prasetyo, D.A., Sudarno, Sari, A.A., Harimawan. Penyisihan COD dan TSS pada limbah cair industri tahu menggunakan metode elektrokoagulasi dengan sumber listrik panel surya. *Jurnal Teknik Lingkungan* . 2018; 7(1): 1 – 11.
- [16] Kobya, M., Demirbas, E. Evaluations of operating parameters on treatment of can manufacturing waste water by electrocoagulation. *Journal of Water Process Engineering*, 2015; 8: 64–74.