

Efisiensi Pengolahan Limbah Beton *Ready-Mix* Dengan Metode Elektrokoagulasi dan Adsorpsi

Alifah AINU Rahmani, Arifin*, Govira Christiadora Asbanu

Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Tanjungpura, Pontianak

ABSTRAK

PT. Duta Mix merupakan perusahaan swasta yang bergerak dalam penyediaan beton *ready-mix*. Produksi beton *ready-mix* menghasilkan limbah berupa air cucian *batching plant* dan *mobile batching plant*. Air cucian ini mengandung semen, pasir, dan zat kimia pengeras sehingga dapat mencemari lingkungan sekitar jika di buang langsung tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu. Pengolahan yang dapat dilakukan yaitu elektrokoagulasi dan filtrasi adsorpsi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai efisiensi dari elektrokoagulasi dan filtrasi adsorpsi dalam menurunkan bahan pencemar dalam air limbah beton *ready-mix* dengan parameter pH, TSS, Kesadahan dan Alkalinitas, serta untuk mengetahui pengaruh jenis dan variasi media filter karbon aktif dan zeolite dalam menurunkan parameter pencemar. Pengolahan air limbah beton *ready-mix* dengan elektrokoagulasi menggunakan dua pasang plat aluminium (4 pasang elektroda) dengan kuat arus 21 volt mampu menurunkan pH dari 11,512 menjadi 7,65, serta mampu menurunkan kadar TSS sebesar 91,5%, Kesadahan sebesar 78% dan Alkalinitas sebesar 82%. Pengolahan air limbah beton *ready-mix* dengan filtrasi adsorpsi dengan adsorben zeolite mampu menurunkan pH dari 11,512 menjadi 8,22, serta mampu menurunkan kadar TSS sebesar 94,6%, Kesadahan sebesar 81% dan Alkalinitas sebesar 87,5%. Pengolahan limbah beton *ready-mix* dengan filtrasi adsorpsi dengan adsorben zeolite dan karbon aktif dengan perbandingan 1:1 mampu menurunkan pH dari 11,512 menjadi 7,73, serta mampu menurunkan kadar TSS sebesar 94,8%, Kesadahan 84,3% dan Alkalinitas sebesar 91,3%. Pengolahan limbah beton *ready-mix* dengan adsorpsi dengan adsorben karbon aktif mampu menurunkan pH dari 11,512 menjadi 7,72, serta mampu menurunkan kadar TSS sebesar 94,2%, Kesadahan sebesar 80% dan Alkalinitas sebesar 92%.

Kata kunci: Beton *Ready-mix*, Elektrokoagulasi, Filtrasi, Aluminium

ABSTRACT

PT. Duta Mix is a private company engaged in the production of ready-mix concrete. Production of ready-mix concrete produces quality in the form of washing water from a batching plant and a mobile batching plant. This wash water contains semen, sand, and hardening chemicals so it can explain the surrounding environment if directly without prior introduction. Processing that can be done is electrocoagulation and adsorption filtration. This study aims to determine the efficiency of electrocoagulation and adsorption filtration in reducing pollutants in ready-mix concrete wastewater with parameters pH, TSS, Hardness and, Alkalinity, as well as to determine the effect of types and variations of activated carbon and zeolite filter media in reducing parameters. Ready-mix concrete wastewater treatment with electrocoagulation using two pairs of aluminum plates (4 pairs of electrodes) with a current of 21 volts was able to reduce pH from 11,512 to 7.65 and was able to reduce TSS levels by 91,5%, Hardness by 78% and Alkalinity of 82%. Ready-mix concrete wastewater treatment with adsorption filtration with zeolite adsorbent was able to reduce pH from 11,512 to 8.22 and was able to reduce TSS levels by 94,6%, Hardness by 81% and, Alkalinity by 87,5%. Processing of ready-mixed concrete waste by adsorption filtration with zeolite adsorbent and activated carbon with a ratio of 1:1 was able to reduce pH from 11,512 to 7.73 and was able to reduce TSS levels by 94,8%, Hardness 84,3% and Alkalinity by 91,3%. Processing of ready-mixed concrete waste by adsorption filtration with carbon adsorbent was able to reduce pH from 11,512 to 7.72 and was able to reduce TSS levels by 94,2%, Hardness by 80% and, Alkalinity by 92%.

Keywords: Ready-mix Concrete, Electrocoagulation, Filtration, Aluminium

Sitasi: Rahmani, A.A., Arifin., dan Asbanu, G.C.. (2022). Efisiensi Pengolahan Limbah Beton *Ready-mix* dengan Metode Elektrokoagulasi dan Filtrasi Adsorpsi. Jurnal Ilmu Lingkungan, 20(2), 375-381, doi:10.14710/jil.20.2.375-381

1. Pendahuluan

Seiring dengan berkembangnya perekonomian, terjadi peningkatan konstruksi pembangunan dan pengembangan di wilayah Indonesia. Adanya fasilitas-fasilitas seperti jalan raya, Gedung serta pembangunan

lain nya dapat dilihat dari banyaknya pembangunan yang sedang berkembang pesat di Kota Pontianak. Penggunaan beton sebagai material struktur merupakan hal utama di bidang pembangunan struktur tersebut. *Ready-mix concrete* atau disebut dengan beton siap pakai merupakan salah satu bahan

* Penulis korespondensi: govira.asbanu@enviro.untan.ac.id

industri yang digunakan dalam pembangunan konstruksi. Beton dibuat menggunakan sarana yang lebih modern sebagai alat pendukung yaitu *Batching Plant*.

Salah satu perusahaan di Kalimantan Barat yang bergerak di bidang pembuatan beton *ready-mix* adalah PT. Duta Indo Lestari. Perusahaan ini merupakan perusahaan yang berjalan dalam penyediaan beton *ready-mix*, *mini pile precast* dan kontraktor sipil. PT. Duta Mix adalah salah satu divisi PT. Duta Indo Lestari yang menyediakan produk beton *ready-mix* dilengkapi dengan fasilitas dan *service* penunjangnya. Selain itu terdapat perusahaan-perusahaan *ready-mix* lain seperti PT. Bintang Pratama Mix, PT. Mega Mix, dan PT. CMR.

Limbah yang dihasilkan dari proses produksi beton adalah sisa air dari hasil pencucian *concrete mixer* dan *truck mixer* dimana dalam limbah cair tersebut mengandung bahan penyusun beton. Karena dalam air buangan beton *ready-mix* mengandung kapur dari semen dan bebatuan yang digunakan maka dilakukan pengujian TSS. Selain itu, kandungan mineral dalam semen yang digunakan juga mempengaruhi tingkat kesadahnya. Salah satu dampak kesehatan dari air sadah yaitu dapat menyebabkan terjadinya batu ginjal dan penyumbatan darah jantung dan lain lain. Penggunaan zat kimia dalam campuran *ready-mix* beton juga mempengaruhi pH dan alkalinitas limbahnya, maka dari itu dilakukan pengukuran terhadap parameter tersebut. Sediementasi yang mengeras di dasar saluran merupakan salah satu dampak dari dibuangnya air limbah ke saluran air tanpa adanya pengolahan. Resiko pencemaran lingkungan dan penghematan penggunaan air bersih guna mengatasi ancaman krisis air dapat menurun dengan adanya penggunaan kembali air limbah dari proses produksi beton (Widodo, 2010).

Maka dari itu, dibutuhkan metode pengolahan yang efisien untuk mengolah limbah cair beton. Elektrokoagulasi merupakan metode yang dapat digunakan untuk mengolah air limbah tersebut. Metode tersebut merupakan teknologi pengolahan air menggunakan proses elektrokimia dimana koagulan aktif dilepaskan anoda dalam bentuk ion yang membuat terbentuknya flok yang berfungsi untuk mengikat partikel serta kontaminan di dalam air limbah. Selanjutnya dilakukan penggunaan karbon aktif serta zeolite dalam proses adsorpsi. Proses elektrokoagulasi digunakan karena mampu menurunkan kandungan TSS dalam air sebesar 81-85% (Ni'am, dkk. 2017) serta proses filtrasi dan adsorpsi digunakan karena mampu menurunkan kadar kesadahan sebesar 86% (Mifbakhudin, 2010). Pengolahan tersebut dirancang agar air limbah dapat digunakan kembali dan memenuhi baku mutu air limbah yang diatur pada Peraturan Daerah DI Yogyakarta No. 7 Tahun 2016 tentang baku mutu air limbah industri dan Permenkes No. 32 Tahun 2017 tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan dan

persyaratan kesehatan air untuk keperluan *higiene* sanitasi, kolam renang, *solus per aqua*, dan pemandian umum. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besar efisiensi dari elektrokoagulasi adsorpsi dalam menurunkan pencemar dengan parameter pH, TSS, Kesadahan dan Alkalinitas serta untuk mengetahui pengaruh jenis dan variasi media filter karbon aktif dan zeolit dalam menurunkan parameter pencemar.

2. Metode Penelitian

2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi pengambilan air limbah PT. Duta Mix yang berada Jalan Arteri Supadio RT.005/RW.009 Dusun Banar Baru Desa Parit Baru Kecamatan Sungai Raya Kabupaten Kubu Raya Kalimantan Barat pada titik koordinat 00°05'38,1" LS dan 109°22'34,83" BT.

2.2 Alat dan Bahan

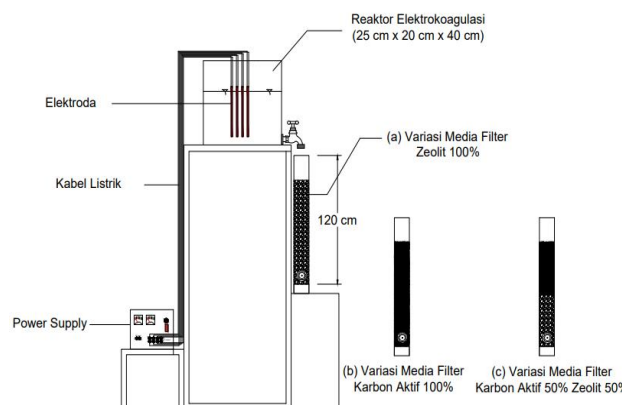
Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah akuarium 40x20x25 cm, *power supply*, kabel listrik dan reaktor. Kuat arus listrik yang digunakan sebesar 30 ampere dan tegangan 21 volt. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain air limbah hasil produksi beton *ready-mix* sebanyak 60 liter, pipa PVC 3 inchi dengan panjang 120 cm sebanyak 9 buah, elektroda (plat aluminium) dengan dimensi 25cmx25cm dan ketebalan 1mm sebanyak 2 pasang, keran, karbon aktif dan zeolit. Karbon aktif yang digunakan adalah granular yang berukuran 0,2-5 mm. Zeolit yang digunakan berukuran 20-40 mesh.

2.3 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel air dilakukan dengan metode *grab sampling* (sampel sesaat) yaitu sampel air limbah yang diambil sesaat pada satu lokasi tertentu. Standar yang digunakan dalam pengambilan sampel ini yaitu SNI 6989.59:2008. Pengambilan sampel limbah dilakukan pada effluent air limbah beton *ready-mix*. Sampel berasal dari mobil mixer yang berisikan limbah beton *ready-mix*.



Gambar 1. Lokasi Penelitian
Sumber: Google Earth



Gambar 2. Gambar rangkaian alat keseluruhan

Wadah yang digunakan yaitu jeriken 20 liter sebanyak 3 buah. Air cucian pertama dari mobil mixer langsung dialirkan kedalam jeriken hingga jeriken penuh. Proses pengambilan sampel air yaitu dengan meletakkan jeriken di bawah *batching plant* / mobil mixer dan air limbah langsung dialirkan ke dalam jeriken. Sampel tidak mengalami pengawetan karena sampel langsung diolah di hari yang sama. Sampel ini menggambarkan karakteristik air pada saat pengambilan sampel. Pengambilan sampel air limbah untuk menganalisa besar TSS, Kesadahan, pH dan Alkalinitas.

2.4 Pelaksanaan Penelitian

Proses elektrokoagulasi menggunakan akuarium 40x20x25 cm sebagai reaktor yang dirangkai dengan keran, *power supply*, kabel listrik dan elektroda. Air limbah dimasukkan ke dalam reaktor elektrokoagulasi dan dialirkan dengan tegangan yang sudah ditetapkan. Waktu tinggal air limbah di dalam reaktor elektrokoagulasi tersebut yaitu 60 menit. Setelah proses elektrokoagulasi selesai, air limbah yang sudah melewati proses elektrokoagulasi tersebut dialirkan ke adsorben yang sudah disiapkan. Sistem yang digunakan yaitu sistem *batch*. Media filter berupa pipa PVC 3 inchi dengan panjang 120 cm yang telah diisi karbon aktif dan zeolit. Variasi adsorben antara lain pipa pertama berisi 100% karbon aktif, pipa kedua berisi 50% karbon aktif dan 50% zeolit, dan pipa ketiga berisi 100% zeolit. Waktu tinggal dalam proses ini yaitu 30 menit. Ketiga perlakuan tersebut diulangi tiga kali atau *triplo*. Sampel limbah awal yang diambil PT. Duta Mix sebanyak 60 liter. Sampel yang diambil untuk diuji coba sebanyak 1,5 liter. Wadah yang digunakan yaitu botol air mineral 1,5 liter. Pengukuran pH dilakukan *insitu* (langsung) dilokasi sesaat sesudah melalui pengolahan. Air limbah sebelum dan sesudah melewati proses tersebut akan diuji di laboratorium PT. Sucofindo untuk parameter TSS, Kesadahan, pH dan Alkalinitas.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Karakteristik Limbah Cair Beton Ready-mix

Sampel limbah beton *ready-mix* didapatkan dari PT. Duta Mix yang terletak di Jl. Arteri Supadio Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat. Sampel limbah diambil dengan metode *grab sampling* (sampel sesaat) yang sesuai dengan SNI 6989.59:2008. Karakteristik awal limbah cair beton *ready-mix* diketahui dengan mengukur parameter fisik (TSS) dan kimia (pH, Alkalinitas dan Kesadahan). Hasil pengukuran keadaan limbah awal sebelum dilakukan proses pengolahan limbah cair beton tersebut dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil analisa menunjukkan bahwa seluruh parameter kualitas sampel limbah cair beton *ready-mix* telah melewati ambang batas baku mutu air limbah industri beton seperti yang tercantum pada Peraturan Daerah Yogyakarta No. 7 Tahun 2016 dan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017. Perbandingan konsentrasi awal dengan baku mutu Peraturan Daerah Yogyakarta No. 7 Tahun 2016 untuk parameter TSS dan pH cukup jauh, untuk TSS sebesar 840,3 mg/l dengan baku mutu 50 mg/l atau setara dengan 16 kali lipat lebih besar dari nilai baku mutu, sedangkan untuk nilai pH sebesar 11,512 dengan baku mutu 6-9. Perbandingan konsentrasi awal dengan baku mutu Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 untuk parameter Alkalinitas dan Kesadahan cukup jauh. Hasil analisa Alkalinitas sebesar 1985,92 mg/l dengan baku mutu 80-200 mg/l atau setara dengan 10-20 kali lipat lebih besar dari nilai baku mutu, sedangkan untuk Kesadahan sebesar 1662,19 mg/l dengan baku mutu 500 mg/l atau setara dengan 4 kali lipat lebih besar dari nilai baku mutu. Nilai parameter tersebut melampaui nilai baku mutu karena air limbah beton *ready-mix* mengandung zat penyusun beton, seperti semen, agregat, pasir dan zat kimia pengeras beton. Tjokrodimulyo (1992, dalam Salim, 2018) mengatakan semen terdiri dari kapur dan bahan-bahan yang mengandung silika, alumina, dan oksid besi. Cl^- dan SO_4^{2-} yang terkandung dalam semen menyebabkan nilai kesadahan dan pH meningkat dalam air (Prawira, 2018).

Tabel 1. Kualitas Sampel Limbah Cair Beton Ready-mix

No.	Parameter	Nilai awal	Baku Mutu
1	pH	11,512	6,0 – 9,0
2	TSS	840,3 mg/l	50 mg/l
3	Alkalinitas	1985,92 mg/l	80-200 mg/l
4	Kesadahan	1662,19 mg/l	500 mg/l

Sumber : Hasil Analisis Laboratorium Sucofindo, 2021

Tabel 2. Hasil Analisa pH Limbah Cair Beton *Ready-mix*

Percobaan Ke -	Sampel awal	Nilai pH			
		A	B	C	D
1		7,81	8,4	7,74	7,90
2	11,512	7,40	7,96	7,65	7,72
3		7,74	8,3	7,80	7,54
Rerata		7,65	8,22	7,73	7,72

Sumber : Hasil Analisis Laboratorium Sucofindo, 2021

3.2. Penurunan Parameter Pencemar Limbah Cair Beton *Ready-mix*

3.2.1 Derajat Keasaman (pH)

Hasil yang diperoleh dari pengukuran pH menunjukkan perbandingan antara nilai pH sebelum dan setelah proses pengelolaan limbah cair *ready-mix*. Sampel awal menunjukkan nilai yang cukup tinggi dengan nilai rerata pH 11,512. Hal ini dikarenakan limbah cair beton *ready-mix* terdiri dari bahan-bahan yang bersifat basa seperti kapur dan agregat lainnya. Pada umumnya semen merupakan hasil industri dari campuran kapur dengan lempung. Kalsium (II) oksida (CaO), silika (IV) oksida (SiO₂), aluminium (III) oksida (Al₂O₃), besi (III) oksida (Fe₂O₃) dan komponen minor lainnya yang salah satunya adalah kalsium (II) sulfat (CaSO₄) merupakan kandungan dalam semen diurutkan dari yang terbesar jumlahnya (Widjojoko, 2010). Pada proses elektrokoagulasi sudah mulai terjadi penurunan pH menjadi 7,81; 7,40 dan 7,74. Proses ini dapat mengubah konsentrasi pH pada air limbah menjadi netral.

Proses elektrokoagulasi menggunakan plat aluminium dapat menurunkan pH karena reaksi hidrolisis. Aluminium digunakan sebagai elektroda karena dapat menjadi penghantar listrik dan tahan korosi. Aluminium yang berikatan dengan OH⁻ akan menjadi koagulan yang baik (Masita, 2013). Pada elektrolisis dengan aluminium, terjadi reaksi oksidasi pada anoda menghasilkan ion Al³⁺ dan gas oksigen, sedangkan gas hidrogen dihasilkan pada katoda karena terjadi reaksi reduksi (Warlina, 2012). Reaksi yang terjadi di anoda menghasilkan pembubaran logam aluminium menjadi molekul ion Al³⁺. Ion yang terbentuk dalam larutan akan mengalami proses katodik, menghasilkan Al(OH)³ padat yang tidak lagi larut (Muji, 2017). Hal ini sesuai dengan pernyataan Hanum dkk (2015) yang mengatakan logam aluminium larut menjadi molekul ion Al³⁺ disebabkan oleh proses anodik. Reaksi hidrolisis akan terjadi dalam ion dan menghasilkan padatan Al(OH)³ yang tidak dapat larut lagi. Tegangan yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 30 ampere, semakin banyak ion H⁺ dan ion OH⁻ yang terbentuk pada katoda di pengaruhi oleh besarnya tegangan yang digunakan, pH akan menjadi netral karena adanya reaksi reduksi yang menghasilkan air di elektroda, begitu pula sebaliknya pH yang awalnya asam akan menjadi netral. Hal ini sejalan dengan penelitian Yolanda (2015) dalam Amri dkk (2020) yang menyatakan bertambahnya tegangan maka akan bertambah pula ion H⁺ dan ion OH⁻ yang terbentuk pada katoda. Hal ini menyebabkan pH awal

yang basa dapat menjadi netral karena semakin banyaknya air yang terbentuk serta adanya proses reaksi reduksi yang terjadi di katoda.

Proses elektrokoagulasi dan filtrasi adsorpsi dengan zeolite sebagai adsorben menyebabkan terjadinya kenaikan pH. Air limbah yang melintasi zeolite akan terikat kationnya karena zeolite sendiri bermuatan negatif sebagai penyeimbangan ion sehingga yang tertinggal hanya ion-ion negatifnya. Berkurangnya ion (H⁺) dan tersisanya ion (OH⁻) pada hasil filtrasi menyebabkan pH naik walaupun tidak signifikan. Sedangkan pada proses adsorpsi filtrasi tidak terjadi perubahan pH yang signifikan, sesuai dengan yang disebutkan pada jurnal Ristiana (2009) yang menyebutkan bahwa tidak ada perubahan pH pada proses adsorpsi filtrasi menggunakan zeolite dan karbon aktif. Hasil analisis menunjukkan bahwa perbedaan adsorben, lama kontak media dengan air, interaksi keduanya memiliki pengaruh yang sangat signifikan pada nilai pH air. (Manalu, 2013).

3.2.2 TSS (Total Suspended Solid)

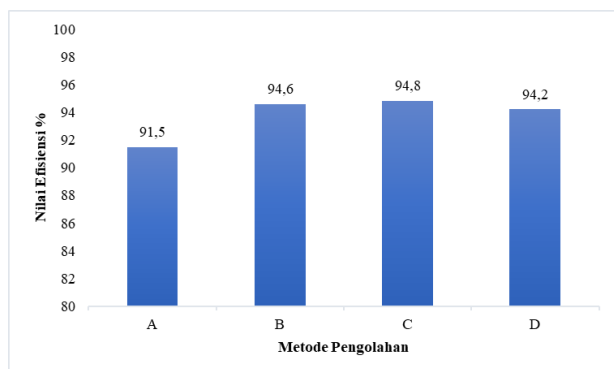
Hasil dari pengukuran TSS menunjukkan perbandingan antara nilai TSS sebelum dan setelah proses pengelolaan limbah cair *ready-mix* dengan proses elektrokoagulasi dan filtrasi adsorpsi. Sampel awal menunjukkan nilai yang cukup tinggi dengan nilai TSS sebesar 840,3 mg/l. Pada proses elektrokoagulasi sudah mulai terjadi penurunan TSS menjadi 79,30 mg/l; 62,80 mg/l dan 71,20 mg/l. Namun, belum sesuai dengan baku mutu limbah industri beton yaitu Peraturan Daerah Yogyakarta No. 7 tahun 2016 yang menyebutkan kandungan TSS dalam air limbah harus di bawah 50 mg/l.

Elektroda yang digunakan akan menstabilkan partikel-partikel yang terkandung dalam air limbah yang umumnya bermuatan negatif karena bereaksi dengan ion-ion yang terkandung didalam elektroda tersebut, hal ini yang menyebabkan terjadinya penurunan nilai TSS dalam air limbah. Reaksi oksidasi pada elektroda anoda terhadap ion negatif akan membentuk Al³⁺ dan membentuk senyawa Al(OH)³ yang terbentuk dari terikatnya ion OH yang dapat mengikat zat pencemar (polutan). Gas hidrogen yang dihasilkan oleh katoda berfungsi mengangkat flok yang terbentuk dan mengambang keatas permukaan air. Terendapnya flok-flok tersebut ke dasar bak elektrokoagulasi karena flok tersebut semakin lama akan bertambah besar. Kuat arus yang digunakan pada penelitian ini sebesar 21 volt dan tegangan sebesar 30 ampere, banyaknya kontaminan pada limbah cair beton *ready mix* yang akan terikat pada flok-flok yang dihasilkan pada proses elektrokoagulasi dipengaruhi oleh besarnya kuat arus dan tegangan yang digunakan. Penurunan konsentrasi TSS juga di pengaruhi oleh jarak antar plat, dalam penelitian ini jarak antar plat yang digunakan sebesar 2 cm. penurunan konsentrasi TSS yang lebih besar di pengaruhi oleh jarak antar plat yang semakin kecil.

Tabel 3. Hasil Analisis TSS Limbah Cair Beton *Ready-mix*

Percobaan Ke -	Nilai TSS (mg/l)				
	Sampel awal	A	B	C	D
1	840,3	79,30	48,20	47,53	53,60
2		62,80	42,70	40,20	44,80
3		71,20	44,10	42,70	46,30
Rerata		71,1	45	43,47	48,23

Sumber : Hasil Analisis Laboratorium Sucofindo, 2021



Gambar 3. Grafik Efisiensi Penurunan Nilai TSS

Menurut Yulianto (2009) penurunan konsentrasi TSS yang semakin kecil diakibatkan oleh sedikitnya lintasan perputaran arus listrik yang disebabkan oleh semakin jauhnya jarak antar elektroda. Penurunan kadar konsentrasi TSS di dalam filter dapat terjadi karena adanya mekanisme fisik berupa proses penyaringan (*screening*). Partikel partikel yang lebih besar dari celah adsorben dan pori akan hilang atau (*removal*) pada proses ini, karena air baku yang mengandung kadar padatan tersuspensi terlarut (TSS) akan tertahan pada celah media filter berupa adsorben.

Waktu tinggal yang digunakan dalam proses ini yaitu 30 menit. Waktu tinggal sangat menentukan gaya adsorpsi yang terjadi. Waktu tinggal dengan karbon aktif yang semakin lama meningkatkan gaya adsorpsi molekul dari zat terlarut. Proses pelarutan dan pelekatan molekul zat terlarut yang teradsorpsi akan berlangsung dengan baik jika waktu tinggal lebih lama. Menurunnya kadar TSS pada air limbah dengan menggunakan karbon aktif dan zeolit dimana terjadi proses penyerapan kontaminan pada permukaan adsorben. Kadar TSS yang menurun disebabkan metode Van Der Waals yang menyatakan bahwa pori dalam karbon aktif dan zeolit akan menarik dan merangkap partikel zat pencemar. Hal ini sesuai dengan penelitian dari Kurniawati dan Sanuddin (2020) yang menunjukkan efektivitas karbon aktif dan zeolite untuk menurunkan kadar TSS rata-rata sebesar 86,94%. Nilai TSS juga dipengaruhi ukuran butiran zeolite dan karbon aktif yang digunakan. Semakin kecil ukuran butiran, maka akan semakin besar luas permukaan, berarti gugus ionik semakin terbuka, sehingga kemampuan zeolit untuk mengadsorpsi semakin besar (Khulsum, dkk. 2018). Setelah melewati proses filtrasi adsorpsi, kadar TSS dalam air limbah menurun dan sesuai dengan baku mutu Peraturan Daerah Yogyakarta No. 7 tahun 2016.

3.2.3 Kesadahan

Hasil yang diperoleh dari pengukuran kesadahan adalah adanya perbandingan antara nilai kesadahan sebelum dan setelah proses pengelolaan limbah cair *ready-mix* dengan proses elektrokoagulasi dan filtrasi adsorpsi. Sampel awal menunjukkan nilai yang cukup tinggi dengan nilai kesadahan 1662,19 mg/l. Hal ini berarti nilai kesadahan dalam air limbah sangat jauh di atas baku mutu Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 yaitu sebesar 500 mg/l. Proses elektrokoagulasi dapat menurunkan nilai Kesadahan dalam air limbah sebesar 367,6; 342,7 dan 377 mg/l. Hasil dari proses elektrokoagulasi tersebut mampu menurunkan nilai kesadahan menjadi sesuai dengan baku mutu yaitu sebesar 500 mg/l. Menurut Astuti (2016) kesadahan dapat diklasifikasikan menjadi 2 yaitu kesadahan sementara dan kesadahan tetap. Kesadahan sementara disebabkan oleh garam-garam karbonat (CO_3^{2-}) dan bikarbonat (HCO_3^-) dari kalsium dan magnesium dan berikatan dengan anion penyusun alkalinitas. Garam bikarbonat bersifat basa yang terkandung dalam kesadahan juga memengaruhi nilai pH (Widyawati, 2019).

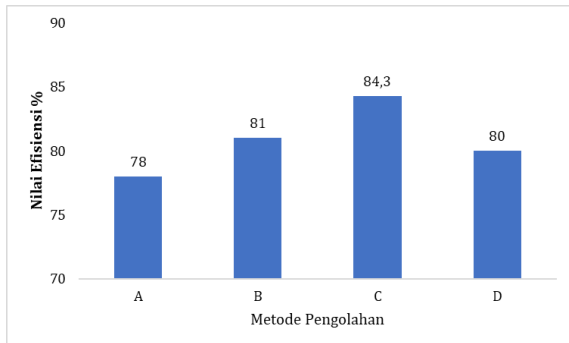
Pada proses elektrokoagulasi, $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang terbentuk karena terjadinya reaksi oksidasi pada anoda yang terbuat dari logam seperti aluminium berperan sebagai bahan penggumpal atau koagulan dan sebagai penyerap berbagai kontaminan (logam berat, padatan tersuspensi, senyawa organik dan lain-lain). Pada katoda dihasilkan gas hidrogen yang membantu flok $\text{Al}(\text{OH})_3$ terangkat ke permukaan. Mekanisme pengendapan flok $\text{Al}(\text{OH})_3$ pada proses elektrokoagulasi mengikuti prinsip koagulasi flokulasi karena adanya peningkatan massa flok sehingga berat jenis flok menjadi besar dan akhirnya mengendap. Masrulita (2021) menyatakan besar ion aluminium yang dihasilkan oleh anoda dan ion hidroksida yang dihasilkan oleh katoda yang berfungsi sebagai koagulan dipengaruhi oleh besar kuat arus yang. Partikel koloid akan berikatan dengan koagulan tersebut sehingga membentuk flok. Gas hidrogen yang terbentuk pada katoda membantu flok terangkat sehingga menyebabkan tereduksinya material terlarut berupa ion-ion logam dalam air payau sehingga menyebabkan total kesadahan pada air semakin menurun.

Pada proses adsorpsi menggunakan zeolit dan karbon aktif terjadi penurunan nilai Kesadahan. Pemanfaatan zeolit sebagai adsorben karena zeolit memiliki sifat sebagai ion *exchanger*, dengan mengontakkan sampel dengan zeolit, maka zeolit akan melepaskan natrium dan digantikan dengan mengikat Ca dan Mg. Media filter arang aktif juga memiliki fungsi sebagai adsorben karena mempunyai kemampuan untuk menyerap ion Ca dan Mg yang menyebabkan kesadahan pada air (Rahmadhani, 2014).

Tabel 4. Hasil Analisis Kesadahan Limbah Cair Beton *Ready-mix*

Percobaan Ke -	Sampel awal	Nilai Kesadahan (mg/l)			
		A	B	C	D
1	1662,19	367,6	315,3	265,2	342,1
2		342,7	297,3	231,6	300,3
3		377	324,4	284,1	345,2
Rerata		362,43	312,3	260,3	329,53

Sumber : Hasil Analisis Laboratorium Sucofindo, 2021



Gambar 4. Grafik Efisiensi Penurunan Nilai Kesadahan

3.2.4 Alkalinitas

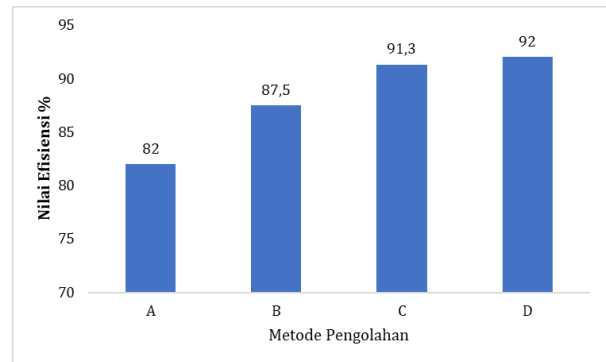
Hasil pengukuran Alkalinitas menunjukkan perbandingan antara nilai Alkalinitas sebelum dan setelah proses pengelolaan limbah cair *ready-mix* dengan proses elektrokoagulasi dan filtrasi adsorpsi. Sampel awal menunjukkan nilai alkalinitas yang cukup tinggi dengan nilai rata-rata 1985,92 mg/l. Hal ini berarti nilai Alkalinitas dalam air limbah sangat jauh di atas baku mutu Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 yaitu sebesar 80-200 mg/l. Proses elektrokoagulasi dapat menurunkan nilai Alkalinitas dalam air limbah menjadi sebesar 379,8; 338,2 dan 356,6 mg/l. Hasil dari proses elektrokoagulasi tersebut belum mampu menurunkan nilai Alkalinitas menjadi sesuai dengan baku mutu yaitu sebesar 80-200 mg/l.

pH dan konsentrasi kesadahan air memiliki hubungan yang erat dengan konsentrasi total alkalinitas. Kesadahan air ditunjukkan dengan konsentrasi total ion logam bervalensi 2 yang dinyatakan dalam ppm. Total kesadahan air memiliki konsentrasi yang sama dengan total alkalinitas, unsur pembentuk total alkalinitas merupakan ion logam bervalensi 2 seperti Ca^{2+} dan Mg^{2+} yang terdapat dalam jumlah yang sama dari HCO_3 dan CO_2 (Effendi dalam Sianturi, 2018). Penggunaan plat aluminium dalam proses elektrokoagulasi ini mampu menurunkan nilai alkalinitas karena alkalinitas dalam air bereaksi dengan plat aluminium menjadi aluminium hidroksida (Risdiyanto, 2007).

Tabel 5. Hasil Analisis Alkalinitas Limbah Cair Beton *Ready-mix*

Percobaan Ke -	Sampel awal	Nilai Alkalinitas (mg/l)			
		A	B	C	D
1	1985,92	379,8	213	176	165
2		338,2	290,5	155,6	142,1
3		356,6	241,9	184,3	168,3
Rerata		358,2	248,5	172	158,5

Sumber : Hasil Analisis Laboratorium Sucofindo, 2021



Gambar 5. Grafik Efisiensi Penurunan Nilai Alkalinitas

4. Kesimpulan

Pengolahan air limbah beton ready mix dengan elektrokoagulasi dan adsorpsi dengan adsorben zeolite mampu menurunkan pH dari 11,512 menjadi 8,22, serta mampu menurunkan kadar TSS sebesar 94,6%, Kesadahan sebesar 81% dan Alkalinitas sebesar 87,5%. Pengolahan limbah beton ready mix dengan elektrokoagulasi adsorpsi dengan adsorben zeolite dan karbon aktif dengan perbandingan 1:1 (50cm : 50cm) mampu menurunkan pH dari 11,512 menjadi 7,73, serta mampu menurunkan kadar TSS sebesar 94,8%, Kesadahan 84,3% dan Alkalinitas sebesar 91,3%. Pengolahan limbah beton ready mix dengan filtrasi adsorpsi dengan adsorben karbon aktif mampu menurunkan pH dari 11,512 menjadi 7,72, serta mampu menurunkan kadar TSS sebesar 94,2%, Kesadahan sebesar 80% dan Alkalinitas sebesar 92%. Berdasarkan penelitian didapat bahwa pengolahan dengan elektrokoagulasi yang dikombinasikan dengan adsorpsi menggunakan adsorben zeolite dan karbon aktif dengan perbandingan 1:1 (50cm : 50cm) dinilai paling efektif dalam menurunkan nilai TSS dan Kesadahan sedangkan adsorpsi dengan karbon aktif 100 cm dinilai paling efektif dalam menurunkan nilai Alkalinitas.

DAFTAR PUSTAKA

- Amri, I.D., Pratiwi dan Zultiniar. 2020. Pengolahan Limbah Cair Tahu Menjadi Air Bersih dengan Metode Elektrokoagulasi Secara Kontinyu. *Chempublish Journal* Vol. 5 (1), 57-6.
- Astuti, D. W., Fatimah, S. dan Sawlenitami, A. 2016. Analisis Kadar Kesadahan Total Pada Air Sumur di Padukuhan Bandung Playen Gunung Kidul Yogyakarta. *Analytical and Environmental Chemistry*. Volume 1 (1) E-ISSN 2540-8267.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air bagi Pengelola Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta. Kanisius.
- Hanum, F., Tambun, R., Ritonga, M. Y. dan Kasim, W. W. 2015. Aplikasi Elektrokoagulasi dalam Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Kimia USU*, Vol. 4 (4).
- Khulsum, H., Fitria, W.A. dan Suratman. 2018. Efektivitas Variasi Ukuran Media Arang Aktif dan Zeolit Terhadap

- Penurunan Kadar Besi (Fe) pada Air Sumur. *Jurnal Kesmas Indonesia*. Volume 10 (2), 98-108.
- Kurniawati, E. dan Sanuddin, M. 2020. Metode Filtrasi dan Adsorpsi dengan Variasi Lama Kontak dalam Pengolahan Limbah Cair Batik. *Riset Informasi Kesehatan*. Vol. 9 (2).
- Manalu, A, A. 2013. Pengaruh Filter Dan Lama Kontak Terhadap Keasidahan Air dari Gunung Kapur Clampea. *Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor*.
- Masita, D., Samudro, G. dan H. Dwi S. 2013. Studi Penurunan Konsentrasi Khromium dan Tembaga dalam Pengolahan Limbah Cair Elektroplating Artificial dengan Metode Elektrokoagulasi. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Vol 2, (3).
- Masrullita, H. L., Nurlaila, R. dan Azila, N. 2021. Pengaruh Waktu dan Kuat Arus pada Pengolahan Air Payau Menjadi Air Bersih dengan Proses Elektrokoagulasi. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. Vol. 10 (1), 111-122.
- Mifbakhuddin. 2010. Pengaruh Ketebalan Karbon Aktif Sebagai Media Filter Terhadap Penurunan Kesadahan Air Sumur Artetis. *Jurnal Eksplanasi*. Vol. 5 (2).
- Muji, I. M., Priyatno, M., Widhi, F., dan Kusumastuti, E. 2017. Pengaruh Jenis Plat Elektroda pada Proses Elektrokoagulasi untuk Menurunkan Kadar Thorium dalam Limbah Hasil Pengolahan Logam Tanah Jarang. *Pusat Sains dan Teknologi Akselerator-Badan Tenaga Nuklir Nasional Yogyakarta*.
- Ni'am, A. C., Caroline, J. dan Effendi, M. H. 2017. Variasi Jumlah Elektroda dan Besar Tegangan Dalam Menurunkan Kandungan Cod dan Tss Limbah Cair Tekstil dengan Metode Elektrokoagulasi. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Vol. 3 (1).
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Peraturan Daerah DI Yogyakarta No. 7 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Industri.
- Prawira, E.A. 2018. Pengolahan Limbah Untuk Meningkatkan Produktivitas Perusahaan Dengan Green Productivity Di Pt. Xyz. Skripsi. *Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara*.
- Rahmadhani, D. S. 2014. Perbedaan Keefektifan Media Filter Zeolit dengan Arang Aktif dalam Menurunkan Kadar Kesadahan Air Sumur di Desa Kismoyoso Ngemplak Boyolali. Skripsi. *Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surakarta*.
- Risdianto, D. 2007. Optimisasi Proses Koagulasi Flokulasi Untuk Pengolahan Air Limbah Industri Jamu (Studi Kasus PT. Sido Muncul). Skripsi. *Magister Teknik Kimia. Universitas Diponegoro*.
- Ristiana, A. D. dan Kurniawan, T. P. 2009. Keefektifan Ketebalan Kombinasi Zeolit dengan Arang Aktif dalam Menurunkan Kadar Kesadahan Air Sumur di Karangtengah Weru Kabupaten Sukoharjo. *Jurnal Kesehatan*, ISSN 1979-7621, Vol 2 (1), 91-102.
- Salim, A. dan Santoso, I. W. 2018. Optimasi Produksi Beton Ready Mix dengan Metode Linear Programming. *Jurnal Mitra Teknik Sipil* Vol. 1 (1).
- Sianturi, A.H. 2013. Analisis Kesadahan Total dan Alkalinitas pada Air Bersih Sumur Bor dengan Metode Titrimetri di PT. Sucofindo Daerah Provinsi Sumatera Utara. *Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara*.
- Yulianto, A. L., Indah H.P., dan Vidya, A. P. 2009. Pengolahan Limbah Cair Industri Batik Pada Skala Laboratorium dengan Menggunakan Metode Elektrokoagulasi. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. Vol 5 (1).
- Warlina, L. 2012. Pengolahan Limbah Cair Hotel dengan Kombinasi Metode Elektrokoagulasi dan Adsorpsi Menggunakan Karbosil. *Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Lampung*.
- Widodo, S. 2010. Pemanfaatan Air Limbah Produksi Beton Ready-Mix Sebagai Bahan Campuran Untuk Pembuatan Beton Baru. *Jurnal Inersia*. Vol. 6 (1).
- Widjojoko, L. 2010. Pengaruh Sifat Kimia Terhadap Unjuk Kerja Mortar. *Jurnal Teknik Sipil UBL* Volume 1 (1).
- Widyawati, Y., Wahyudin, M. dan Zakaria, L. 2019. Pengaruh Suhu, Waktu, dan Konsentrasi Larutan Natrium Bikarbonat Terhadap Pencucian Isoeugenyl Acetate. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri* Vol. 7 (2), 292-298.