



Pengaruh Variasi Waktu dan Tegangan Listrik terhadap Penurunan Kandungan Beban Pencemar Air Sumur di Desa Lakardowo Kabupaten Mojokerto dengan Metode Kombinasi Elektrolisis Klorinasi

Muhammad Rizki Akbar Maulana*, Yayok Suryo Purnomo

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

Email Korespondensi : mrizkiakbarm28@gmail.com

Diterima: 17 Juli 2023

Disetujui: 15 September 2023

Diterbitkan: 30 Oktober 2023

Kata Kunci:

Air sumur, Besi, Elektrolisis, Klorinasi, Kromium, Mangan, Mikroorganisme

ABSTRAK

Elektrolisis merupakan reaksi dengan melibatkan perubahan kimia di dalam elektrolit karena adanya arus listrik (DC). Disinfeksi dengan klorinasi dapat didefinisikan sebagai pembunuhan terhadap jenis mikroba salah satunya adalah mikroorganisme. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi waktu dan tegangan listrik dalam menurunkan beban pencemar air sumur di Desa Lakardowo Kabupaten Mojokerto seperti besi, mangan, kromium, dan mikroorganisme. Proses elektrolisis-klorinasi ini menggunakan variasi lama waktu yaitu 5, 25, 50, 75, 100 dan 125 menit. Sedangkan, kuat tegangan listrik (volt) yang digunakan adalah 3, 6, 12, 18, dan 24 volt. Proses elektrolisis-klorinasi ini menggunakan plat berupa aluminium sebagai elektroda untuk menghantarkan listrik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama waktu dan tinggi tegangan listrik yang digunakan dalam penelitian ini, maka nilai yang didapat semakin menurun dalam arti semakin kecil beban pencemar yang terkandung. Hal tersebut dilihat untuk parameter besi dan mangan diperoleh pada 24 volt dengan waktu 125 menit, kromium diperoleh pada 24 volt dengan waktu 75 menit, dan mikroorganisme pada tegangan 24 volt dengan waktu 5 menit telah berhasil menurunkan nilai parameter yang terkandung.

Received: 17 July 2023

Accepted: 15 September 2023

Published: 30 October 2023

Keywords:

Well water, Iron, Electrolysis, Chlorination, Chromium, Manganese, Microorganisms

ABSTRACT

Electrolysis is a reaction involving chemical changes in the electrolyte due to an electric current (DC). Disinfection by chlorination can be defined as aggregation against all types of microbes. This study aims to determine the effect of time and voltage variations in reducing the pollutant load of well water in Lakardowo Village, Mojokerto Regency, such as iron, manganese, chromium and microorganisms. This electrolysis-chlorination process uses variations in length of time, namely 5, 25, 50, 75, 100 and 125 minutes. Meanwhile, the electric voltage (volt) used is 3, 6, 12, 18, and 24 volts. This electrolysis-chlorination process uses an aluminum plate as an electrode to conduct electricity. The results showed that the longer the time and the higher the voltage used in this study, the lower the value obtained, meaning the smaller the pollutant load contained. This can be seen for the parameters of iron (Fe) and manganese (Mn) obtained at 24 volts with a time of 125 minutes, chromium obtained at 24 volts with a time of 75 minutes and microorganisms at a voltage of 24 volts with a time of 5 minutes have succeeded in reducing the value of the parameters contained.

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan air digunakan sebagai titik dasar bagi proses kehidupan makhluk hidup terutama dalam kehidupan manusia karena memiliki keterkaitan yang sangat erat sebagai aktivitas rumah tangga, seperti memasak, mandi, mencuci, minum, dan

sebagainya (Manune *et al.*, 2019). Namun saat ini dapat dikatakan bahwa keberadaan air mengalami kontaminasi karena banyaknya perubahan demografi yang meningkat sehingga berdampak pada penurunan kualitas air. Kondisi ini biasanya mencakup beberapa jenis polutan dan kandungan zat yang terkandung didalamnya dengan menyebabkan timbulnya pencemaran, seperti pencemaran air tanah.

Pencemaran air tanah disebabkan oleh adanya efek kebiasaan manusia yang buruk dengan kandungan yang biasa dijumpai, seperti kandungan pembersih pada pakaian, asam sulfur, dan bahan kimia yang menjadi buangan dari sisa produksi kimia (Febrina & Ayuna, 2014). Salah satu pencemaran terhadap air tanah biasa dijumpai seperti air sumur. Berdasarkan dari Al Kholif et al (2020), air sumur biasa dapat digunakan oleh masyarakat dalam jumlah yang tidak sedikit apalagi di wilayah pedesaan dimana memanfaatkan air sebagai kebutuhan aktivitasnya, namun keadaan sebenarnya permasalahan sering muncul dari air sumur karena terdapat kadar polutan pencemar yang begitu tinggi. Permasalahan penggunaan air sumur dapat ditemui di salah satu lokasi Desa Lakardowo yang terletak di Kecamatan Jetis, Kabupaten Mojokerto.

Desa Lakardowo mengalami permasalahan air sumur sejak tahun 2014 dimana diketahui karena lokasi desa yang sering terdampak oleh buangan industri pengelola limbah B3 yang dibuang sembarangan sehingga air sumur mengalami kontaminasi oleh buangan industri tersebut (Azmi, 2021). Industri yang beroperasi sejak tahun 2010 terjadi konflik terhadap masyarakat Desa Lakardowo karena dianggap memberikan dampak yang buruk di desa bahkan menimbulkan kerugian besar terhadap penggunaan air dalam kelangsungan hidup. Padahal, masyarakat Desa Lakardowo masih menggunakan air sumur untuk aktivitas rumah tangga seperti mandi, mencuci, memasak bahkan untuk air minum yang menyebabkan adanya keresahan penyakit yang diderita oleh masyarakat (Laila & Prihantono, 2017).

Menurut hasil data yang diperoleh oleh Wahana Lingkungan Hidup (WALHI) Provinsi Jawa Timur (2018), diketahui bahwa keberadaan tanah di Desa Lakardowo yang dimana berdekatan dengan lokasi pabrik pengelola limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) telah teridentifikasi oleh kandungan parameter logam berat dan beberapa zat yang terkandung oleh bahan berbahaya yang lainnya. Pada penelitian yang dilakukan berfokus pada parameter logam berat, seperti besi, mangan dan kromium. Kemudian, untuk parameter secara biologis yaitu berfokus pada mikroorganisme berupa bakteri total koliform. Adanya kontaminasi logam berat, seperti besi (Fe) dan mangan (Mn) dengan kualitas parameter yang tinggi bisa memberikan pengaruh terhadap dampak negatif dari segi kesehatan seperti munculnya bau serta rasa yang berbeda dengan kualitas air seperti biasanya, kemudian jika terkena pakaian akan memberikan bekas noda berwarna, timbulnya perkembangbiakan terhadap bakteri besi, serta menyebabkan adanya gejala penyakit yang dapat diderita oleh manusia yakni menimbulkan iritasi terhadap kesehatan usus, kerusakan organ dalam hati hingga komponen susunan saraf pada otak (Harahap, 2020). Selain itu, dampak yang lain untuk adanya kadar kromium dapat menimbulkan gangguan bagi kesehatan tubuh manusia dengan dampak yang dirasakan, yaitu mutagenik, karsinogenik, dan teratogenik (Kristanto et al., 2017) dan juga terdapat salah satu dari 16 substansi yang berbahaya menurut *Agency for Toxic Substances and Disease Registry* (Salmariza et al., 2016). Kemudian, dampak yang dirasakan juga jika keberadaan mikroorganisme dalam air seperti bakteri koliform jika meningkat maka tingkat tingginya terhadap resiko penyakit bermunculan salah satunya, yaitu penyakit diare, demam, mual, muntah-muntah hingga adanya kram pada perut (Ariani et al., 2018).

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada tahun 2022 oleh *Ecological Observation and Wetland Conservation* atau biasa disebut ECOTON diketahui bahwa didapatkan hasil parameter logam berat dari wilayah sekitar Desa Lakardowo memiliki nilai mencapai 1,23 mg/l pada parameter besi (Fe) dan nilai 10,6 mg/l didapat dari kandungan mangan (Mn). Sedangkan, penelitian yang diketahui pada parameter yang lain yaitu parameter kromium (Cr) juga dikategorikan tercemar dengan nilai sebesar 0,23 mg/l hingga 0,49 mg/l (Fadillah et al., 2017). Padahal, diketahui berdasarkan adanya peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 tentang ambang baku mutu air dalam kebutuhan *higiene* bahwa untuk nilai batas maksimum parameter besi (Fe) mempunyai standar baku mutu 1 mg/l, untuk parameter mangan (Mn) dengan nilai sebesar 0,5 mg/l, kromium (Cr) dengan nilai sebesar 0,05 mg/l dan total coliform sebesar 50 CFU/100. Dengan adanya kejadian yang terjadi oleh masyarakat desa terhadap kualitas air sumur yang buruk, maka diperlukan adanya pengolahan terhadap air sumur yang ada di Desa Lakardowo Kabupaten Mojokerto untuk dikelola agar air sumur tersebut dapat dikategorikan sebagai air bersih yang layak untuk digunakan.

Cara yang dapat diaplikasikan dalam menurunkan kandungan logam berat parameter besi, mangan, dan kromium dengan melakukan penguraian larutan yang bersifat elektrolit yaitu memanfaatkan metode elektrolisis (Yonhly et al., 2020). Dapat diketahui, elektrolisis dapat diartikan proses kimia yang memberikan perubahan oleh energi listrik menjadi energi kimia dengan komponen utamanya adalah elektroda dan elektrolit, atau bahkan sering dijelaskan energi yang sering digunakan untuk melakukan penghantar reaksi kimia (Sahwan & Tamjidillah, 2020). Elektrolisis juga dapat didefinisikan sebagai reaksi dekomposisi ataupun perubahan kimia di dalam elektrolit karena adanya arus listrik. Elektrolisis memiliki adanya anion dan kation dalam larutan yang dapat bergerak dan dipisahkan dalam proses reduksi dan oksidasi, sehingga efisiensi perlakuan dapat meningkat. Sebelum air dapat digunakan, maka diperlukan adanya penjernih air dengan fungsi agar kualitas air dapat meningkat salah satunya dapat menerapkan penjernihan berupa disinfeksi (Fadhillah & Wahyuni, 2016).

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui penggunaan metode elektrolisis-klorinasi dapat memiliki kemampuan dalam menurunkan kandungan besi, mangan, kromium, dan bakteri koliform dengan melakukan variasi antara lama waktu yang digunakan dalam proses pengolahan dan variasi tegangan listrik (volt) dengan menggunakan elektroda aluminium (Al) serta melakukan elektrolisis dengan desinfektan secara klorinasi. Sehingga, penelitian ini nantinya mampu memberikan solusi permasalahan air bersih dari adanya pencemaran air sumur di Desa Lakardowo, Kabupaten Mojokerto yang disesuaikan dengan Peraturan Menteri Kesehatan No. 32 Tahun 2017 terkait Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air.

2. METODE

2.1 Lokasi Penelitian

Pada penelitian yang dilakukan ini menggunakan air sampel berupa air sumur di daerah Desa Lakardowo, Kabupaten Mojokerto yang dilihat memiliki kondisi air yang

dengan kandungan air tercemar berat kemudian diambil untuk dilakukan proses pengolahan. Pengambilan air sumur dapat dilihat pada gambar 2.1 sebagai berikut.



Gambar 2. 1 Keberadaan Lokasi Sumur yang Terletak di Desa Lakardowo, Kabupaten Mojokerto.

2.2 Alat dan Bahan

Dalam melakukan proses penelitian dengan menggunakan proses elektrolisis-klorinasi, maka perlu mempersiapkan alat dan bahan sebagai berikut.

A. Alat

Pembuatan elektrolisis-klorinator ini dibutuhkan alat berupa katoda sebagai elektroda positif dan anoda sebagai elektroda negatif dengan menggunakan aluminium. Sebagai penghantar listrik digunakan *power supply* DC dengan kabel listrik yang tersambung. Untuk reaktor bak penampung membutuhkan kapasitas sebesar 25 liter dengan keran sebagai saluran air *output*. Untuk aliran air dibutuhkan pipa dengan ukuran 1 inch dengan *valve* sebagai pembuka dan penutup aliran air. Sedangkan, untuk reaktor elektrolisis-klorinator dibutuhkan tabung dengan pipa ukuran 8 inch dengan dop.

B. Bahan

Bahan yang digunakan dalam proses ini yaitu air sumur sebagai proses penurunan kandungan besi, mangan, kromium dan mikroorganisme. Garam gosok yang tidak memiliki kandungan yodium untuk proses pembuatan disinfeksi dan air murni sebagai pelarut.

2.3 Cara Kerja

Setelah alat dan bahan telah selesai dipersiapkan, maka untuk langkah selanjutnya yaitu melakukan proses kerja penelitian sebagai berikut. Siapkan air sumur berkapasitas 25 liter dengan memasukkannya ke dalam bak penampung awal. Setelah air tertampung pada bak penampung awal, maka alirkan air sumur dengan membuka *valve* hingga air yang berada di bak penampung awal berpindah ke reaktor elektrolisis dari bahan PVC ukuran 8 inch.

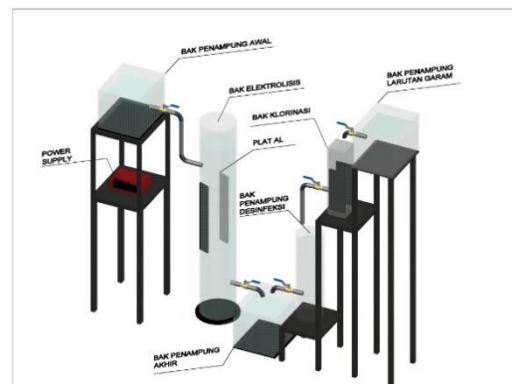
Pada reaktor elektrolisis-klorinasi dibedakan menjadi dua tahapan proses, dengan reaktor pertama menurunkan kandungan parameter besi, mangan, dan kromium. Sedangkan untuk reaktor kedua yaitu proses pembuatan disinfeksi klorinasi dengan proses penambahan larutan garam untuk menurunkan mikroorganisme pada air sumur. Air yang berada pada bak reaktor elektrolisis akan dilakukan proses

pengolahan dengan bantuan penghubung sumber elektronik listrik berupa *power supply* DC. Beri variasi tegangan listrik (volt) dan lama waktu proses pengolahan sesuai yang ditentukan.

Sedangkan, untuk proses elektrolisis yang berbeda dalam pembuatan larutan garam, maka garam gosok ditimbang terlebih dahulu sesuai perhitungan kemudian campurkan garam ke dalam air sehingga menjadi larutan garam. Kemudian, alirkan larutan garam pada bak penampung menuju reaktor elektrolisis-klorinasi dengan waktu yang bersamaan dengan proses air sumur. Elektrolisis dalam pembuatan disinfeksi larutan garam dihubungkan tegangan listrik dengan sumber *power supply* DC pada tegangan 12 volt sebagai pengoperasian proses.

Tunggu waktu yang sudah ditentukan dalam proses penelitian dalam proses elektrolisis-klorinasi untuk hasil maksimal. Reaktor pada proses pengolahan air sumur dialirkan menuju bak penampung akhir dengan membuka pipa *valve* pada *outlet*. Setelah itu, untuk larutan garam yang telah dielektrolisis akan ditampung pada bak penampung klorinasi. Untuk penambahan dosis optimum yang akan dicampurkan dalam bak penampung akhir akan dibantu oleh alat infus dengan menambahkan sesuai dosis air yang tertampung sesuai standar pada bak penampung akhir.

Pengambilan air yang telah diproses dengan elektrolisis-klorinasi pada bak penampung akhir akan dilakukan pengujian dalam skala laboratorium untuk mengetahui tingkat penurunan parameter setelah dilakukan proses pengolahan.



Gambar 2. 2 Rancangan Alat Rangkaian Proses Pengolahan Elektrolisis-Klorinasi.

2.4 Variabel

Dalam penelitian yang dilakukan adapun penggunaan variabel sebagai analisis data dengan beberapa variabel yang digunakan, yaitu variabel tetap, variabel bebas, dan variabel kontrol. Penggunaan variabel tetap yaitu jenis air sampel yang digunakan berupa air sumur, proses pengolahan dengan metode kombinasi elektrolisis klorinasi, sistem reaktor proses pengolahan berupa kontinyu menggunakan *power supply* DC sebagai aliran energi listrik, reaktor penampung dengan kapasitas 25 liter.

Untuk variabel bebas dalam penelitian yang dilakukan yaitu lama waktu proses pengolahan dengan memanfaatkan variasi waktu sebesar 5, 25, 50, 75, 100, dan 125 menit. Kemudian, penggunaan variasi tegangan listrik (volt) sebesar 6, 12, 18, dan 24 volt. Sedangkan, dalam variabel kontrol yang

digunakan adalah penggunaan dosis optimum dari larutan garam yang telah diproses dari elektrolisis sebagai disinfeksi klorinasi.

Setelah ditentukan variabel di atas, untuk mengetahui komponen variabel tersebut dibutuhkan analisis statistik dengan jenis *two way* anova.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian yang dilakukan, proses dalam pengambilan air sumur diketahui memiliki karakteristik seperti gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Kondisi Fisik Kualitas Air Sumur Desa Lakardowo

Dilihat dari kondisi awal air sumur yang diambil di Desa Lakardowo, Kabupaten Mojokerto pada Gambar 3.1 tersebut memiliki kondisi fisik dengan adanya bau logam dan memiliki warna kekuningan dimana dilihat dari kondisi ini dinyatakan akan adanya kandungan logam berat. Setelah itu, dilakukan pengujian awal dari air sumur dan didapat hasil analisis pada Tabel 3.1 sebagai berikut.

Tabel 3.1 Hasil Analisis Parameter Awal dari Air Sumur di Desa Lakardowo

No.	Parameter	Hasil	Satuan
1	Besi (Fe)	3,12	mg/l
2	Mangan (Mn)	10,60	mg/l
3	Kromium (Cr)	0,42	mg/l
4	Mikroorganisme (bakteri koliform)	800	CFU/100 ml

(Sumber : Data analisis laboratorium, 2023)

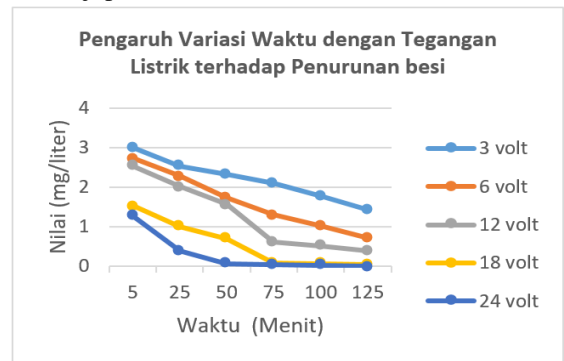
Hasil analisis awal diketahui dari parameter yang ada, seperti besi, mangan, kromium, dan mikroorganisme (bakteri koliform) bahwa nilai yang didapat melebihi baku mutu Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 yang dimana untuk parameter besi sebesar 1 mg/l, untuk parameter mangan sebesar 0,5 mg/l, untuk parameter kromium sebesar 0,05 mg/l, dan untuk bakteri koliform sebesar 50 CFU /100 ml. Hal ini perlu dilakukan proses pengolahan dengan menggunakan metode elektrolisis klorinasi untuk menurunkan beban pencemar air sumur Desa Lakardowo.

Penelitian ini melakukan eksperimen dengan memberikan variasi waktu dalam proses pengolahan yang digunakan sebesar 5, 25, 50, 75, 100, 125 menit. Kemudian, memberikan variasi untuk tegangan listrik dengan variasi sebesar 3, 6, 12, 18, 24 volt. Percobaan yang dilakukan ini nantinya akan dilakukan analisis dengan melakukan grafik sehingga dapat mengetahui perlakuan pengaruh dalam menurunkan parameter air sumur yang terletak di desa Lakardowo Kabupaten Mojokerto.

3.1 Pengaruh Variasi Waktu dan Tegangan Listrik pada Proses Elektrolisis-Klorinasi terhadap Penurunan Kadar Besi (Fe)

Besi merupakan salah satu logam yang menempati posisi keempat terbesar pada kerak bumi. Dalam keberadaan kondisi besi secara alamiah di perairan memiliki pH sebesar 7 dan terbagi bersifat oksigen terlarut seperti ion ferro dan ion ferri (Mahmud et al., 2023). Posisi besi (Fe) dalam sistem periodik dikategorikan jenis logam VIII dengan nomor atom 26.

Sebelum dilakukan penelitian, kandungan parameter besi memiliki nilai sebesar 3,12 mg/l. Dilakukan penelitian ini memberikan variasi tegangan listrik (volt) dan lama waktu terhadap nilai kandungan besi dengan melihat pengaruh yang terjadi pada proses elektrolisis-klorinasi. Berikut pada gambar 3.2 merupakan hasil analisis dari percobaan yang dilakukan yang telah diuji pada skala laboratorium.



Gambar 3.2 Hubungan Lama Waktu Terhadap Nilai Parameter Besi Dengan Berbagai Tegangan Arus Listrik (volt).

Berdasarkan Gambar 3.2 di atas dilihat bahwa grafik mengalami penurunan dari kondisi awal kualitas air sumur dengan kandungan parameter besi. Nilai parameter awal yang diujikan sebelum melakukan pengolahan adalah sebesar 3,12 mg/liter dimana tidak memenuhi baku mutu Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017. Diketahui dengan memberikan variasi lama waktu dengan tegangan listrik memiliki pengaruh dalam menurunkan parameter besi. Hasil penelitian diatas menunjukkan bahwa metode elektrolisis yang digunakan terlihat nilai parameter kadar besi mengalami penurunan pada tiap variasi lama waktu dan juga kuat tegangan listrik yang digunakan. Variasi dalam penelitian ini menggunakan waktu sebesar 5 menit, 25 menit, 50 menit, 75 menit, 100 menit, dan 125 menit.

Dapat dilihat pada garis berwarna biru muda dengan perlakuan yang diberikan dengan memberikan tegangan 3 volt bahwa nilai yang didapat yaitu pada waktu 5 menit hasil yang

didapat sebesar 3 mg/l, untuk waktu 25 menit didapat nilai sebesar 2,52 mg/l, untuk waktu 50 menit didapat nilai 2,32 mg/l, untuk waktu 75 menit didapat nilai 2,1 mg/l, untuk waktu 100 menit didapat nilai 1,77 mg/l, dan untuk 125 menit didapat nilai 1,42 mg/l. Pada perlakuan dengan tegangan 6 volt dengan waktu 5 menit didapat nilai sebesar 2,73 mg/l, waktu 25 menit didapat nilai sebesar 2,21 mg/l, waktu 50 menit didapat nilai sebesar 1,74 mg/l, waktu 75 menit didapat nilai sebesar 1,3 mg/l, waktu 100 menit didapat nilai sebesar 1,42 mg/l, waktu 125 menit didapat nilai sebesar 1,47 mg/l. Perlakuan selanjutnya diberikan tegangan 12 volt dengan waktu 5 menit didapat nilai sebesar 2,52 mg/l, waktu 25 menit didapat nilai sebesar 2,02 mg/l, waktu 50 menit didapat nilai sebesar 1,57 mg/l, waktu 75 menit didapat nilai sebesar 0,62 mg/l, waktu 100 menit didapat nilai sebesar 0,81 mg/l, waktu 125 menit didapat nilai sebesar 0,93 mg/l. Perlakuan dengan tegangan 18 volt memiliki nilai yaitu pada waktu 5 menit didapat nilai sebesar 1,52 mg/l, waktu 25 menit didapat nilai sebesar 1 mg/l, waktu 50 menit didapat nilai sebesar 0,69 mg/l, waktu 75 menit didapat nilai sebesar 0,09 mg/l, waktu 100 menit didapat nilai sebesar 0,1 mg/l, waktu 125 menit didapat nilai sebesar 0,2 mg/l. Dan perlakuan dengan tegangan 24 volt memiliki nilai pada waktu 5 menit didapat nilai sebesar 1 mg/l, waktu 25 menit didapat nilai sebesar 0,1 mg/l, waktu 50 menit didapat nilai sebesar 0,04 mg/l, waktu 75 menit didapat nilai sebesar 0,09 mg/l, waktu 100 menit didapat nilai sebesar 0,13 mg/l, dan waktu 125 menit didapat nilai sebesar 0,2 mg/l.

Hasil yang didapat, nilai tertinggi parameter besi diketahui terletak pada tegangan 3 volt dengan waktu 5 menit sebesar 3 mg/l, sedangkan untuk nilai terendah didapat pada tegangan 24 volt dengan waktu 75 menit sebesar 0,09 mg/l. Dalam melakukan penelitian didapat bahwa jenis elektroda yang digunakan dengan aluminium (Al) terjadi dengan menghantarkan arus listrik ke dalam air sumur yang bekerja dengan membentuk flok sehingga flok terapung di permukaan air. Dilihat dari hasil yang didapat proses elektrolisis dalam menurunkan parameter besi mengalami penurunan. Hal ini membuktikan bahwa variasi waktu yang digunakan dalam proses penelitian dan tegangan memberikan pengaruh terhadap penurunan besi dengan hasil yang sesuai di bawah baku mutu Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017.

3.2 Pengaruh Variasi Waktu dan Tegangan Listrik Pada Proses Elektrolisis-Klorinasi Terhadap Penurunan Kadar Mangan (Mn)

Mangan merupakan salah satu logam yang dapat dijumpai pada kulit bumi dimana juga bebarengan dengan adanya keberadaan besi. Mangan yang terlarut dalam air memiliki jumlah oksigen yang tidak terlarut banyak. Keberadaan Mangan jika telah terlarut di dalam air dengan melebihi baku mutu lingkungan menimbulkan karakteristik dengan bau dan rasa logam yang tidak sedap dengan warna kecoklatan jika terkena oleh pakaian dan dampak gangguan penyakit dalam lainnya (Awlihasanah et al., 2021). Mangan juga memiliki berbagai bentuk, seperti Mn^{2+} , Mn^{4+} , dan Mn^{7+} dalam bentuk oksidatif.

Diketahui dalam penelitian awal yang dilakukan sebelum proses pengolahan didapatkan bahwa kandungan parameter Mangan memiliki nilai sebesar 10,6 mg/l yang dimana melebihi baku mutu pada Peraturan Menteri Kesehatan Nomor

32 Tahun 2017. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan proses elektrolisis untuk mengetahui pengaruh terhadap penurunan parameter mangan dengan menggunakan variasi tegangan listrik dan lama waktu.



Gambar 3. 1 Hubungan Lama Waktu terhadap Nilai Parameter Mangan Dengan Berbagai Tegangan Arus Listrik (volt)

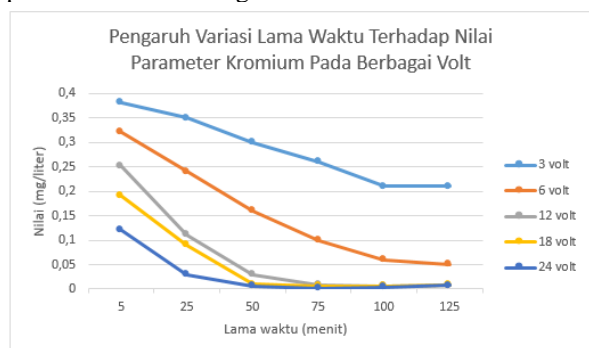
Dapat dilihat pada garis grafik Gambar 3.2 dengan perlakuan pada kuat tegangan 3 volt dengan memiliki nilai waktu 5 menit didapat nilai sebesar 9,02 mg/l, waktu 25 menit didapat nilai sebesar 7,92 mg/l, waktu 50 menit didapat nilai sebesar 6,83 mg/l, waktu 75 menit didapat nilai sebesar 5,12 mg/l, waktu 100 menit didapat nilai sebesar 3,46 mg/l, waktu 125 menit didapat nilai sebesar 1,92 mg/l. Perlakuan pada tegangan 6 volt memiliki nilai waktu 5 menit didapat nilai sebesar 8,62 mg/l, waktu 25 menit didapat nilai sebesar 6,05 mg/l, waktu 50 menit didapat nilai sebesar 3,54 mg/l, waktu 75 menit didapat nilai sebesar 1,09 mg/l, waktu 100 menit didapat nilai sebesar 0,62 mg/l, dan waktu 125 menit didapat nilai sebesar 0,09 mg/l. Perlakuan dengan tegangan 12 volt memiliki waktu 5 menit didapat nilai sebesar 7,14 mg/l, waktu 25 menit didapat nilai sebesar 4,32 mg/l, waktu 50 menit didapat nilai sebesar 1,05 mg/l, waktu 75 menit didapat nilai sebesar 0,54 mg/l, waktu 100 menit didapat nilai sebesar 0,07 mg/l, waktu 125 menit didapat nilai sebesar 0,012 mg/l. Perlakuan pada tegangan 18 volt memiliki waktu 5 menit didapat nilai sebesar 6,45 mg/l, waktu 25 menit didapat nilai sebesar 1,02 mg/l, waktu 50 menit didapat nilai sebesar 0,42 mg/l, waktu 75 menit didapat nilai sebesar 0,1 mg/l, waktu 100 menit didapat nilai sebesar 0,08 mg/l, dan waktu 125 menit didapat nilai sebesar 0,0012 mg/l. Perlakuan pada tegangan 24 volt memiliki waktu 5 menit didapat nilai sebesar 3,86 mg/l, waktu 25 menit didapat nilai sebesar 0,5 mg/l, waktu 50 menit didapat nilai sebesar 0,04 mg/l, waktu 75 menit didapat nilai sebesar 0,009 mg/l, waktu 100 menit didapat nilai sebesar 0,001 mg/l, dan waktu 125 menit didapat nilai sebesar 0,00012 mg/l.

Hasil yang didapat, nilai tertinggi parameter Mangan diketahui terletak pada tegangan 3 volt dengan waktu 5 menit sebesar 9,02 mg/l, sedangkan untuk nilai terendah didapat pada tegangan 24 volt dengan waktu 125 menit sebesar 0,00012 mg/l. Pada proses pengolahan yang terjadi dengan elektrolisis jika dilakukan penambahan lama waktu dan bertambahnya tegangan yang diberikan, flok Mangan (Mn) akan mengapung di permukaan air dengan warna coklat. Kemudian untuk flok yang mengapung pada permukaan air disaring agar perlakuan proses kinerja elektrolisis dapat

berjalan dengan baik dan tidak ada yang menumpuk. Dari hasil skala laboratorium yang dilakukan bahwasannya nilai yang didapat mengalami penurunan dari waktu ke waktu dengan tegangan yang diberikan. Oleh karena itu, semakin besar tegangan listrik dan lama waktu yang digunakan akan berpengaruh dalam penurunan kandungan Mangan pada air sumur.

3.3 Pengaruh Variasi Waktu Kontak dan Kuat Tegangan pada Proses Elektrolisis-Klorinasi terhadap Penurunan Kadar Kromium (Cr)

Parameter kromium merupakan jenis logam berat dengan kategori yang tidak mudah mengalami degradasi dimana keberadaannya dapat berlangsung lama pada perairan dan dapat melakukan pengendapan pada sedimen (Paramita et al., 2017). Kromium juga merupakan unsur kimia pada tabel periodik mempunyai lambang yaitu Cr dan nomor atom 24. Sifat dari logam kromium ini yaitu berwarna perak abu-abu, memiliki sifat yang berkilau, dan getas. Keberadaan kromium memiliki tingkat yang larut di dalam air dengan tingkatan tinggi. Dilihat dari penelitian yang dilakukan dengan pengujian awal bahwa kandungan kadar kromium memiliki nilai 0,42 mg/l dimana jika dibandingkan dengan batas baku mutu Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 bahwa batas maksimal untuk parameter kromium sebesar 0,05 mg/l. Untuk menurunkan beban pencemar dari kandungan kromium dalam penelitian ini menggunakan elektrolisis yang didapat hasil analisis sebagai berikut.



Gambar 3. 2 Hubungan Lama Waktu Terhadap Nilai Parameter Kromium Dengan Berbagai Tegangan Arus Listrik (volt)

Dapat dilihat pada Gambar 3.3 menunjukkan konsentrasi kromium pada proses elektrolisis diketahui hasil dengan perlakuan pada kuat tegangan 3 volt memiliki waktu 5 menit didapat nilai sebesar 0,38 mg/l, waktu 25 menit didapat nilai sebesar 0,35 mg/l, waktu 50 menit didapat nilai sebesar 0,3 mg/l, waktu 75 menit didapat nilai sebesar 0,26 mg/l, waktu 100 menit didapat nilai sebesar 0,21 mg/l, waktu 125 menit didapat nilai sebesar 0,21 mg/l. Perlakuan pada tegangan 6 volt memiliki waktu 5 menit didapat nilai sebesar 0,32 mg/l, waktu 25 menit didapat nilai sebesar 0,24 mg/l, waktu 50 menit didapat nilai sebesar 0,16 mg/l, waktu 75 menit didapat nilai sebesar 0,1 mg/l, waktu 100 menit didapat nilai sebesar 0,06 mg/l, waktu 125 menit didapat nilai sebesar 0,05 mg/l. Perlakuan pada tegangan 12 volt memiliki waktu 5 menit didapat nilai sebesar 0,25 mg/l, waktu 25 menit didapat nilai sebesar 0,11 mg/l, waktu 50 menit didapat nilai sebesar 0,03

mg/l, waktu 75 menit didapat nilai sebesar 0,009 mg/l, waktu 100 menit didapat nilai sebesar 0,006 mg/l, waktu 125 menit didapat nilai sebesar 0,007 mg/l. Perlakuan pada tegangan 18 volt memiliki waktu 5 menit didapat nilai sebesar 0,19 mg/l, waktu 25 menit didapat nilai sebesar 0,09 mg/l, waktu 50 menit didapat nilai sebesar 0,01 mg/l, waktu 75 menit didapat nilai sebesar 0,006 mg/l, waktu 100 menit didapat nilai sebesar 0,006 mg/l, waktu 125 menit didapat nilai sebesar 0,008 mg/l. Perlakuan pada tegangan 24 volt memiliki waktu 5 menit didapat nilai sebesar 0,12 mg/l, waktu 25 menit didapat nilai sebesar 0,03 mg/l, waktu 50 menit didapat nilai sebesar 0,005 mg/l, waktu 75 menit didapat nilai sebesar 0,002 mg/l, waktu 100 menit didapat nilai sebesar 0,004 mg/l, waktu 125 menit didapat nilai sebesar 0,007 mg/l.

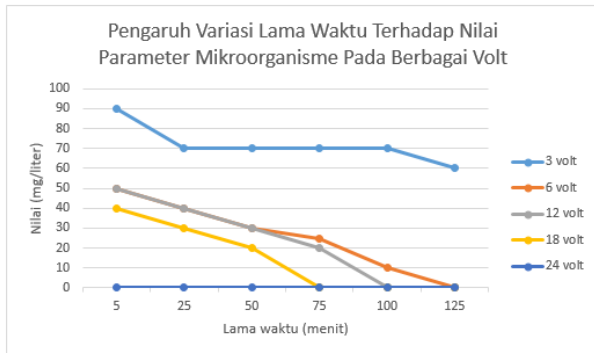
Hasil yang didapat, nilai tertinggi parameter kromium diketahui terletak pada tegangan 3 volt dengan waktu 5 menit sebesar 0,38 mg/l, sedangkan untuk nilai terendah didapat pada tegangan 24 volt dengan waktu 75 menit sebesar 0,002 mg/l. Berdasarkan pendapat oleh Susetyaningsih et al. (2008), dikatakan bahwa jika pemberian tegangan pada dalam larutan yang dilakukan secara terus menerus dapat menimbulkan jumlah Al^{3+} dari elektroda yang terbentuk semakin bertambah dan jumlah dari gumpalan berupa flok $Al(OH)_3$ dapat mengalami peningkatan jumlah. Jumlah gumpalan flok dengan jumlah yang banyak akan memberikan dampak kejenuhan pada plat elektroda yang digunakan, sehingga daya tarik menarik ion-ion kromium dalam air sumur akan mengalami penurunan. Dampak dari kondisi dalam penelitian ini menyebabkan medan magnet juga mengalami penurunan. Diketahui dengan kejadian yang terjadi dengan adanya perubahan arus yang terjadi di sekitar elektroda aluminium. Medan magnet yang berada di sekitar elektroda memberikan pengaruh terhadap ion-ion logam dalam hal ini adalah kromium yang akan bergerak mengelilingi plat pada elektroda sehingga pada peristiwa ini memiliki kecenderungan ion-ion logam yang menempel pada seluruh permukaan elektroda.

3.4 Pengaruh Variasi Lama Waktu dan Tegangan Listrik pada Proses Elektrolisis-Klorinasi terhadap Penurunan Kadar Mikroorganisme (Bakteri Koliform)

Keberadaan bakteri koliform dapat diketahui dengan adanya kontaminasi dengan sifat patogen sehingga menyebabkan adanya penyakit yang diderita jika digunakan, seperti diare (Setioningrum et al., 2020). Untuk keberadaan adanya bakteri koliform ini diketahui terletak pada feses hewan ataupun manusia. Pada penelitian yang dilakukan dengan mengambil sampel air sumur di Desa Lakardowo, Kabupaten Mojokerto diketahui bahwa dalam pengujian awal yang dilakukan nilai parameter yang didapat menunjukkan nilai parameter sebesar 800 CFU/100 ml dimana nilai ini tidak memenuhi syarat baku mutu Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017. Batas maksimum parameter bakteri koliform yaitu sebesar 50 CFU/100 ml. Jika nilai bakteri koliform dengan kontaminasi yang lebih tinggi dengan baku mutu dapat menimbulkan gangguan terhadap kesehatan, seperti gangguan pencernaan dan gejala diare (Setioningrum et al., 2020).

Dengan adanya kontaminasi yang berlebihan terhadap air sumur di Desa Lakardowo, diperlukan adanya pengolahan

dengan proses elektrolisis dimana hal ini dilakukan pembuatan disinfeksi dengan larutan garam untuk ditambahkan ke air setelah proses elektrolisis yang pertama. Penambahan disinfeksi klorinasi ini bertujuan untuk membunuh mikroorganisme yang ada pada air sumur. Dengan berbagai variasi dan tegangan yang diberikan pada proses elektrolisis dan juga penambahan disinfeksi diketahui nilai yang didapat yaitu sebagai berikut.



Gambar 3.3 Hubungan Lama Waktu terhadap Nilai Parameter Mikroorganisme dengan Berbagai Tegangan Arus Listrik (volt)

Diketahui dengan variasi pada penelitian yang dilakukan ke dalam tabung reaksi elektrolisis digunakan dengan melakukan variasi lama waktu yaitu 5, 25, 50, 75, 100, dan 125 menit. Pada perlakuan dengan tegangan 3 volt dengan warna biru muda memiliki waktu 5 menit didapat nilai sebesar 90 CFU/100 ml, waktu 25 menit didapat nilai sebesar 70 CFU/100 ml, waktu 50 menit didapat nilai sebesar 30 CFU/100 ml, waktu 75 menit didapat nilai sebesar 30 CFU/100 ml, waktu 100 menit didapat nilai sebesar 30 CFU/100 ml, waktu 125 menit didapat nilai sebesar 20 CFU/100 ml. Perlakuan pada kuat tegangan 6 volt dengan waktu 25 menit didapat nilai sebesar 50, waktu 50 menit didapat nilai sebesar 40, waktu 75 menit didapat nilai sebesar 20, waktu 100 menit didapat nilai sebesar 10, waktu 125 menit didapat nilai sebesar 10 CFU/100 ml. Perlakuan pada tegangan 12 volt dengan waktu 5 menit didapat nilai sebesar 50, waktu 25 menit didapat nilai sebesar 40, waktu 50 menit didapat nilai sebesar 20, waktu 75 menit didapat nilai sebesar 20, waktu 100 menit didapat nilai sebesar 0, waktu 125 menit didapat nilai sebesar 0 CFU/100 ml. Perlakuan pada tegangan 18 volt dengan waktu 5 menit didapat nilai sebesar 40, waktu 25 menit didapat nilai sebesar 30, waktu 50 menit didapat nilai sebesar 20, waktu 75 menit didapat nilai sebesar 0; waktu 100 menit didapat nilai sebesar 0, waktu 125 menit didapat nilai sebesar 0 CFU/100 ml. Perlakuan pada tegangan 24 volt dengan waktu 5 menit hingga 125 menit didapat nilai sebesar 0 CFU/100 ml.

4. SIMPULAN

Berdasarkan dari penelitian yang telah dilakukan bahwa dapat disimpulkan bahwa penggunaan metode elektrolisis-klorinasi mampu menurunkan beban pencemar yang terkandung dalam air sumur Desa Lakardowo, Kabupaten Mojokerto dengan memvariasikan lama waktu dan tegangan listrik yang digunakan. Semakin lama waktu dan tinggi tegangan listrik yang digunakan dalam penelitian ini, maka

nilai yang didapat semakin menurun dalam arti semakin kecil beban pencemar yang terkandung. Hal tersebut dilihat untuk parameter Besi (Fe) dan Mangan (Mn) diperoleh pada 24 volt dengan waktu 125 menit, kromium diperoleh pada 24 volt dengan waktu 75 menit dan mikroorganisme pada tegangan 24 volt dengan waktu 5 menit telah berhasil menurunkan nilai parameter yang terkandung.

Dalam penelitian kedepannya, perlu melakukan keberlanjutan penelitian dengan menggunakan sampel air dengan beban pencemar yang lebih tinggi terhadap kandungan parameter besi, mangan, kromium dan mikroorganisme yang dapat memvariasikan variabel, seperti ketebalan, bentuk dan jenis elektroda yang lain dalam penelitian yang akan dilakukan nantinya dengan memanfaatkan proses pengolahan sederhana metode elektrolisis-klorinasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada pemerintah daerah dan masyarakat sekitar Desa Lakardowo, Kabupaten Mojokerto atas bantuan dan dukungan yang telah diberikan selama proses penelitian berlangsung sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik tanpa adanya halangan untuk mendapatkan sampel air sumur. Selain itu, kami berterima kasih kepada Departemen Lingkungan PT. Petrokimia Gresik untuk memberikan bantuan terhadap proses penelitian dan memfasilitasi pengujian sampel air sumur dan air hasil pengolahan dengan metode elektrolisis-klorinasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Kholif, M., Sugito, S., Pungut, P., & Sutrisno, J. (2020). Kombinasi Tray Aerator Dan Filtrasi Untuk Menurunkan Kadar Besi (Fe) Dan Mangan (Mn) Pada Air Sumur. *ECOTROPIC: Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal of Environmental Science)*, 14(1), 28. <https://doi.org/10.24843/ejes.2020.v14.i01.p03>
- Ariani, F., Puspitasari, R. L., & Priambodo, T. W. (2018). Pencemaran Coliform pada Air Sumur di Sekitar Sungai Ciliwung. *JURNAL AL-AZHAR INDONESIA SERI SAINS DAN TEKNOLOGI*, 4(3), 149. <https://doi.org/10.36722/sst.v4i3.285>
- Awliahasanah, R., Dheva, Nurlita, S., Ervina, Dyah, A., Dina, G., Delli, Y., Maulidia, Nyimas, S., & Desy, S. (2021). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Kandungan Mangan Pada Air Sumur Warga Kota Depok. *Jurnal Sanitasi Lingkungan*, 1(2), 81–84.
- Azmi, A. I. dkk. (2021). Strategi Gerakan Perempuan (Green Woman) Dalam Melawan Pencemaran Lingkungan Oleh Industri Pengelolaan Limbah B3 Di Desa Lakardowo Kabupaten Mojokerto. *Societal, Jurnal Neo Sosiologi, Jurusan Brawijaya, Universitas Studi, Program Politik, Ilmu Brawijaya, Universitas Sosiologi, Jurusan Brawijaya, Universitas*, 6(1), 66–77.
- Fadhillah, M., & Wahyuni, D. (2016). Efektivitas Penambahan Karbon Aktif Cangkang Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis*) dalam Proses Filtrasi Air Sumur. *Jurnal Kesehatan Komunitas*, 3(2), 93–98. <https://doi.org/10.25311/keskom.vol3.iss2.110>
- Fadillah, G. E., Lestari, K. S., & Azizah, R. (2017). *Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Logam Berat*

- Kromium Pada Beras Di Desa Lakardowo Kabupaten Mojokerto. 3(1), 1–10.
- Febrina, L., & Ayuna, A. (2014). Studi Penurunan Kadar Besi (Fe) Dan Mangan (Mn) Dalam Air Tanah Menggunakan Saringan Keramik. *Jurnal Teknologi*, 7(1), 36–44. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/jurtek/article/download/369/341>
- Harahap, R. dkk. (2020). *Drainase Pemukiman: Prinsip Dasar & Aplikasinya*. Yayasan Kita Menulis.
- Laila, N., & Prihantono, G. (2017). Kesiediaan Masyarakat Menerima Kompensasi Dari Pencemaran Limbah B3 Di Kabupaten Mojokerto: Contingen Valuation Method. *Jurnal Ekonomi Kuantitatif Terapan*, 73–84. <https://doi.org/10.24843/jekt.2017.v10.i01.p08>
- Mahmud, M., Womtami, R., Husnan, R., & Saleh, K. (2023). Evaluasi Parameter Fisik, Kimia Dan Mikrobiologi Air Sumur Bor Sebagai Sumber Air Bersih Di Kompleks Perumahan Solaria Kota Gorontalo. *Jurnal Reka Lingkungan ISSN*, ISSN(1), 25–36. <http://dx.doi.org/10.26760/rekalingkungan.v11i1.25-36>
- Manune, S. Y., Nono, K. M., & Damanik, D. E. R. (2019). Analisis Kualitas Air Pada Sumber Mata Air Di Desa Tolnaku Kecamatan Fatule ' U Kabupaten Kupang. *Jurnal Biotropikal Sains*, 16(1), 40–53.
- Paramita, R. W., Wardhani, E., & Pharmawati, K. (2017). Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd) dan Kromium (Cr) di Air Permukaan dan Sedimen: Studi Kasus Waduk Saguling Jawa Barat RINDU WAHYU PARAMITA, EKA WARDHANI, KANCITRA PHARMAWATI. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional Oktober*, 5(2), 1–12.
- Sahwan, K., & Tamjidillah, M. (2020). PENGARUH JARAK ANTAR ELEKTRODA PLAT STAINLESS STEEL TERHADAP PRODUKTIFITAS DAN EFISIENSI GENERATOR HHO MENGGUNAKAN METODE ELEKTROLISIS AIR SUMUR DENGAN KATALIS NaHCO₃. *Jtam Rotary*, 2(2), 195. https://doi.org/10.20527/jtam_rotary.v2i2.2415
- Salmariza, S., Mardiaty, M., Mawardi, M., Sofyan, S., Ardinal, A., & Purnomo, Y. (2016). Adsorpsi Ion Cr (VI) Menggunakan Adsorben dari Limbah Padat Lumpur Aktif Industri Crumb Rubber. *Jurnal Litbang Industri*, 6(2), 135. <https://doi.org/10.24960/jli.v6i2.1596.135-145>
- Setioningrum, R. N. K., Sulistyorini, L., & Rahayu, W. I. (2020). Gambaran Kualitas Air Bersih Kawasan Domestik di Jawa Timur pada Tahun 2019. *Ikesma*, 16(2), 87. <https://doi.org/10.19184/ikesma.v16i2.19045>
- WALHI JATIM. (2018). *Catatan 7 Wilayah Krisis: Jawa Timur Menuju Tahun Politik Tanpa Komitmen Keselamatan Ekologis*.
- Yonhly, H., Zainal, A., & Ibrahim, I. (2020). Penurunan Kadar Besi Fe 2+ Dan Mn 2+ Dengan Metode Elektrolisis. *Prosiding Seminar Nasional ...*, 4(1), 152–158. <http://ejurnal.pnl.ac.id/semnaspnl/article/view/2683%0Ahttp://ejurnal.pnl.ac.id/semnaspnl/article/download/2683/223>