

Pengaruh Konsentrasi Larutan Elektrolit dan Tegangan Arus Listrik terhadap Proses Electrorefining Tembaga

Muhammad Basiq Akhlaqi^{1*}, Meryanilinda², dan Lisa Puspita Ariyanto³

1 Univeristas gresik ; email : mbasiqakhlaqi@icloud.com

2 Univeristas gresik; email : Meryanalinda.anharmi@gmail.com

3 Univeristas gresik; email : lisap.ariyanto1@gmail.com

***Muhammad Basiq Akhlaqi**

Abstract: The electrorefining process is a crucial method for purifying copper to achieve high-purity metal (>99.99%). The success of this process is significantly influenced by operational parameters, particularly electrolyte concentration and applied voltage. As global demand for copper increases across various industries, optimizing the electrorefining process has become increasingly important. This study aims to analyze the effects of varying electrolyte concentration and electrical voltage on the efficiency and quality of copper purification. Experiments were conducted using an electrolytic cell with stainless steel electrodes, systematically varying both electrolyte concentration and voltage. The results indicate that increasing electrolyte concentration and optimizing voltage can enhance deposition rate and copper purity. However, excessive concentration or voltage may reduce process efficiency. A deeper understanding of these parameters is expected to contribute to the development of a more efficient, sustainable copper purification process that meets industrial demands.

Keyword : Electrorefining; Copper; Electrolyte Concentration; Applied Voltage; Process Efficiency.

Abstrak: Proses electrorefining merupakan metode penting dalam pemurnian tembaga untuk menghasilkan logam berkualitas tinggi (>99,99%). Keberhasilan proses ini sangat dipengaruhi oleh parameter operasional, terutama konsentrasi larutan elektrolit dan tegangan arus listrik. Seiring meningkatnya kebutuhan tembaga di berbagai industri, optimalisasi proses electrorefining menjadi semakin diperlukan. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi konsentrasi larutan elektrolit dan tegangan arus terhadap efisiensi dan kualitas hasil pemurnian tembaga. Eksperimen dilakukan menggunakan sel elektrolisis dengan elektroda plat tahan karat, memvariasikan konsentrasi dan tegangan secara sistematis. Hasil menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi larutan dan pengaturan tegangan yang tepat dapat meningkatkan laju deposisi serta kemurnian tembaga. Namun, konsentrasi atau tegangan yang berlebihan justru menurunkan efisiensi proses. Pemahaman terhadap pengaruh kedua parameter ini diharapkan dapat mendukung pengembangan proses pemurnian tembaga yang lebih efisien, berkelanjutan, dan sesuai kebutuhan industri.

Kata kunci: Electrorefining; Tembaga; Konsentrasi Elektrolit; Tegangan Arus; Efisiensi Proses.

1. Pendahuluan

Proses elektrolisis merupakan salah satu metode yang sangat penting dalam pemurnian logam, khususnya tembaga. Dalam industri pertambangan dan pengolahan logam, proses ini dimanfaatkan untuk memisahkan tembaga dari logam lain sehingga diperoleh tembaga dengan tingkat kemurnian tinggi, yakni lebih dari 99,99% (Schwab & Baum, 1903). Tahapan pemurnian ini menjadi krusial setelah proses Smelting-Converting-Fire Refining, di mana lelehan tembaga dicetak menjadi anoda untuk selanjutnya diproses pada tahap electrorefining.

Efektivitas proses elektrolisis dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain luas permukaan plat elektroda, jenis material elektroda, kondisi larutan elektrolit, arus, tegangan,

Diterima: Mei 07, 2025

Direvisi: Mei 27, 2025

Diterima: Juni 09, 2025

Diterbitkan: Juni 11, 2025

Versi sekarang: Juni 17, 2025



Hak cipta: © 2025 oleh penulis.
Diserahkan untuk kemungkinan
publikasi akses terbuka
berdasarkan syarat dan ketentuan
lisensi Creative Commons
Attribution (CC BY SA) (
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

pH, serta temperatur. Salah satu material elektroda yang sering digunakan adalah plat tahan karat karena ketahanannya terhadap korosi dan kestabilan kimia yang tinggi, menjadikannya ideal dalam lingkungan elektrolit.

Tembaga merupakan logam yang memiliki peranan penting dalam berbagai sektor industri, seperti kabel listrik, pipa, dan perangkat elektronik. Dengan meningkatnya permintaan global terhadap tembaga, optimalisasi proses pemurnian menjadi sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan pasar. Thorvard Abel Engh (2021) menekankan bahwa peningkatan efisiensi proses pemurnian melalui elektrolisis akan berdampak signifikan pada ketersediaan tembaga berkualitas tinggi. Secara prinsip, proses elektrolisis melibatkan penguraian larutan elektrolit dengan menggunakan arus listrik, di mana reaksi kimia yang terjadi akan memungkinkan pemisahan ion logam dari pengotornya (Prasetyo, 2019).

Salah satu metode yang digunakan dalam proses pemurnian tembaga adalah *electrorefining*. Dalam metode ini, tembaga yang masih mengandung pengotor digunakan sebagai anoda, sedangkan katodanya berupa tembaga murni. Larutan elektrolit yang digunakan harus memiliki konduktivitas listrik tinggi dan konsentrasi yang konstan agar proses pemisahan logam berlangsung optimal. Penelitian yang dilakukan oleh Rudiyanasyah (2021) pada "MODUL 5 PRAKTIKUM METARULGI Konsentrasi Elektrolit" menunjukkan bahwa parameter konsentrasi elektrolit memiliki pengaruh yang signifikan terhadap hasil akhir proses *electrorefining*. Oleh karena itu, pengendalian parameter proses menjadi aspek yang sangat penting dalam menjamin kualitas produk akhir.

Dari kajian literatur dan penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa keberhasilan proses elektrolisis tembaga tidak hanya ditentukan oleh penggunaan material elektroda yang tepat, tetapi juga oleh pengaturan kondisi operasional proses secara optimal. Parameter-parameter seperti luas permukaan elektroda, jenis material, kondisi larutan elektrolit, arus, tegangan, pH, serta temperatur harus dipahami dan dikendalikan secara cermat. Pemahaman mendalam terhadap pengaruh masing-masing parameter ini akan membantu dalam mengembangkan proses pemurnian yang lebih efisien, berkelanjutan, dan ramah lingkungan. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini difokuskan untuk mengevaluasi pengaruh konsentrasi larutan elektrolit dan tegangan arus listrik terhadap kinerja proses *electrorefining* tembaga. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan strategi optimalisasi proses pemurnian tembaga di industri, sehingga mampu menghasilkan produk dengan tingkat kemurnian tinggi secara lebih efisien. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi dasar bagi pengembangan penelitian lanjutan di bidang pemrosesan logam melalui teknologi elektrokimia.

2. Tinjauan Literatur

Proses *electrorefining* merupakan salah satu teknik pemurnian logam yang banyak digunakan dalam industri metalurgi, khususnya untuk tembaga. Menurut Schwab dan Baum (1903), *electrorefining* memungkinkan pemisahan ion logam dari pengotornya melalui proses elektrokimia, menghasilkan tembaga dengan kemurnian lebih dari 99,99%. Proses ini melibatkan penggunaan arus listrik yang dialirkan melalui larutan elektrolit, dengan anoda berupa tembaga kasar dan katoda sebagai tembaga murni.

Konsentrasi larutan elektrolit berperan penting dalam menentukan efisiensi proses *electrorefining*. Larutan elektrolit yang umumnya digunakan adalah larutan asam sulfat dengan penambahan ion-ion tembaga (Cu^{2+}). Menurut Prasetyo (2019), konsentrasi ion Cu^{2+} yang optimal dapat mempercepat laju deposisi logam pada katoda dan meningkatkan efisiensi arus. Namun, konsentrasi yang terlalu tinggi dapat meningkatkan resistansi larutan dan menyebabkan pembentukan deposit yang tidak merata. Rudiyanasyah (2021) juga menekankan bahwa pengaturan konsentrasi elektrolit yang tepat dapat membantu mengurangi pembentukan dendrit dan cacat permukaan pada tembaga hasil *electrorefining*.

Selain itu, tegangan arus listrik merupakan parameter lain yang sangat mempengaruhi proses *electrorefining*. Tegangan yang terlalu rendah dapat menghambat laju deposisi logam, sementara tegangan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan overpotensial dan reaksi samping yang tidak diinginkan, seperti evolusi gas hidrogen atau oksigen di elektroda (Engh, 2021). Oleh karena itu, pemilihan tegangan yang sesuai sangat penting untuk menjaga keseimbangan antara efisiensi energi dan kualitas produk akhir.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi larutan elektrolit dan tegangan arus listrik memiliki pengaruh sinergis terhadap performa *electrorefining*. Menurut Thorvard Abel Engh (2021), optimalisasi kedua parameter ini dapat meningkatkan kemurnian tembaga, mempercepat laju deposisi, serta mengurangi konsumsi energi. Hal ini sangat relevan mengingat tuntutan industri saat ini yang mengedepankan proses yang efisien dan ramah lingkungan.

Berdasarkan studi literatur tersebut, penelitian ini diarahkan untuk memperdalam pemahaman mengenai pengaruh konsentrasi larutan elektrolit dan tegangan arus listrik terhadap proses electrorefining tembaga. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan proses pemurnian tembaga yang lebih optimal, efisien, dan sesuai dengan kebutuhan industri modern.

3. Metode

Penelitian yang digunakan yaitu penelitian kuantitatif yang mengandalkan data numerik dan analisis statistik untuk menguji hipotesis atau menjawab pertanyaan penelitian, seperti survei pendapat public, eksperimen laboratorium, dan analisis regresi dengan metode yang digunakan seperti penggunaan kuesioner, angket, eksperimen, dan analisis statistik.

Metode Penelitian yang dilakukan dalam kasus ini adalah metode eksperimen, Penelitian eksperimen dapat diartikan sebagai metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu dalam kondisi yang terkendali. Metode penelitian eksperimen merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mencari hubungan sebab akibat antara dua faktor yang timbul dalam suatu penelitian. Pada penelitian ini dilakukan uji electrorefining dengan lembaran tembaga (Cu) sebagai anoda dan plat platina (Pt) sebagai katoda menggunakan larutan elektrolit berupa $\text{Cu}(\text{SO})_4$. Setelah hasil laju elektrolisis pada setiap variasi konsentrasi elektrolit dan tegangan listrik akan digambarkan dalam bentuk tabel untuk mengetahui perbedaan laju elektrolisis yang terjadi.

3.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di kampus utama ITS yang berlokasi di Jl, Sukolilo, Surabaya, 60111, Jawa Timur tepatnya pada laboratorium ISA Departemen Kimia ITS. Penelitian dilakukan pada tanggal 16 Mei 2025 dan tanggal 19 Mei 2025.

3.2. variabel Penelitian

Terdapat tiga jenis variable pada saat melakukan penelitian antara lain :

a. Variabel bebas

Dalam penelitian ini terdiri dari tegangan listrik yang bervariasi serta konsentrasi elektrolit yang bervariasi. Untuk tegangan listrik terdapat tiga variasi berbeda yaitu 6V, 9V, dan 12V sedangkan untuk konsentrasi elektrolit terdapat tiga variasi berbeda juga yaitu 0,01M, 0,05M, 0,1M.

b. Variabel terikat

Dalam penelitian ini yang menjadi variabel terikat adalah hasil elektrolisis yaitu berat logam Cu yang tereduksi pada plat katoda. Variabel terikat merupakan titik pusat penelitian.

c. Variabel terkontrol

Variabel terkontrol merupakan variabel yang mempengaruhi hasil reaksi tetapi masih dapat dikendalikan. Dalam penelitian ini yang menjadi variabel terkontrol yaitu waktu elektrolisis dimana sekali periode elektrolisis diatur bervariasi, yaitu selama 15 menit / 900 detik, 30 menit / 1800 detik, hingga 45 menit / 2700 detik, dengan menggunakan arus DC searah, dan jarak antara anoda dan katoda yaitu 5cm, serta suhu elektrolisis adalah suhu ruangan antara (30°C - 36°C).

d. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang dilakukan yaitu dengan melakukan pengujian material dan mencatat data-data yang dibutuhkan. Data yang dikumpulkan meliputi :

- 1) Data komposisi kimia dari material lembaran (Cu) sebagai anoda, dan plat platina (Pt) sebagai katoda.
- 2) Data spesimen meliputi luas permukaan dan berat pada saat awal hingga akhir pengujian laju reaksi elektrolisis.
- 3) Parameter yang akan diuji pada proses electrorefining yaitu konsentrasi elektrolit dan tegangan listrik.

e. Teknik Analisis Data

Setelah melakukan pengujian, teknik analisa data yang dipakai adalah metode analisis deskriptif. Tujuannya adalah untuk memberikan gambaran atas fenomena yang terjadi setelah dilakukan uji electrorefining dengan lembaran tembaga (Cu) sebagai anoda

dan plat platina (Pt) sebagai katoda menggunakan larutan elektrolit berupa $\text{Cu}[(\text{SO})]_4$. Agar lebih mudah dipahami, hasil pengujian akan dipaparkan dalam tabel dan grafik. Selanjutnya, data dalam tabel dan grafik tersebut akan dideskripsikan dalam kalimat yang mudah dibaca, dimengerti, dan dipresentasikan. Dengan begitu, tujuannya adalah untuk menjawab permasalahan yang diteliti.

3.3. Diagram Alir



Gambar 1. Diagram alir penelitian

3.8 Proses Pengujian

- Persiapkan alat dan bahan sebelum melakukan percobaan / eksperimen.
- Catat berat massa anoda dan katoda sebelum melakukan percobaan.
- Masukan anoda dan katoda di dalam baker glass 100 ml, dengan jarak 5 cm kemudian dijepit.
- Tuangkan larutan CuSO_4 (0,05 M) sebanyak 50 ml, tancapkan adaptor ke sumber listrik, dan setting adaptor dengan tegangan sebesar 6V, tunggu selama 15 menit.
- Cabut adaptor dari colokan, cabut anoda dan katoda, kentrok ke dalam baker glass, setelah itu angkat dan keringkan dengan hairdryer.
- Timbang berat massa anoda dan katoda.
- Percobaan kedua ulangi langkah – langkah yang tadi dilakukan, menggunakan variasi tegangan dan konsentrasi larutan yang berbeda.

4. Hasil dan Pembahasan

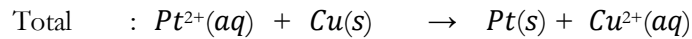
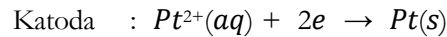
4.1. Hasil Penelitian

Proses elektrolisis pada penelitian dilakukan dalam bak elektrolisis yang merupakan gelas baker pyrex dengan kapasitas mL. Anoda merupakan lembaran tembaga yang memiliki dimensi (1 cm x 5 cm). Sedangkan katoda berupa plat platina yang memiliki dimensi (2 cm x 5 cm).

Kedua elektroda dihubungkan dengan kabel yang diberi penjepit agar memudahkan pemasangan elektroda. Masing – masing kabel penghubung memiliki warna yang berbeda,

agar ketika melakukan praktikum tidak terjadi kekeliruan saat pemasangan elektroda ke sumber. Arus listrik yang digunakan dialirkan dari *power supply* dalam kondisi konstan yaitu sebesar berapa A.

Adapun reaksi yang terjadi pada elektroda selama proses elektrolisis tembaga adalah sebagai berikut :



Berikut merupakan hasil rekapitulasi percobaan proses elektrolisis pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Hasil elektrolisis pada konsentrasi 0,01 M x tegangan 6V

6V	Waktu	Berat Katoda		
0,01		W0 (g)	W1 (g)	W (g)
Percobaan	30 Menit	16,4008	16,4014	0,0006

Keterangan :

W0 : Berat awal katoda

W1 : Berat akhir katoda

W : Penambahan berat pada katoda

Tabel 2. Hasil elektrolisis pada konsentrasi 0,01 M x tegangan 9V

9V	Waktu	Berat Katoda		
0,01		W0 (g)	W1 (g)	W (g)
Percobaan	30 Menit	16,9928	17,0249	0,0321

Tabel 3. Hasil elektrolisis pada konsentrasi 0,05 M x tegangan 6V

6V	Waktu	Berat Katoda		
0,05		W0 (g)	W1 (g)	W (g)
Percobaan	15 Menit	16,5724	16,8801	0,3077

Tabel 4. Hasil elektrolisis pada konsentrasi 0,05 M x tegangan 9V

9V	Waktu	Berat Katoda		
0,05		W0 (g)	W1 (g)	W (g)
Percobaan	15 Menit	16,9998	17,4155	0,4157

Tabel 5. Hasil elektrolisis pada konsentrasi 0,1 M x tegangan 6V

6V	Waktu	Berat Katoda		
0,1		W0 (g)	W1 (g)	W (g)
Percobaan	45 Menit	17,1226	17,1512	0,0286

Tabel 6. Hasil elektrolisis pada konsentrasi 0,1 M x tegangan 9V

9V	Waktu	Berat Katoda		
0,1		W0 (g)	W1 (g)	W (g)
Percobaan	30 Menit	15,4355	16,4369	1,0014

Tabel 7. Hasil elektrolisis pada konsentrasi 0,1 M x tegangan 12V

12V	Waktu	Berat Katoda		
-----	-------	--------------	--	--

0,1		W0 (g)	W1 (g)	W (g)
Percobaan	15 Menit	16,9926	17,0344	0,0418

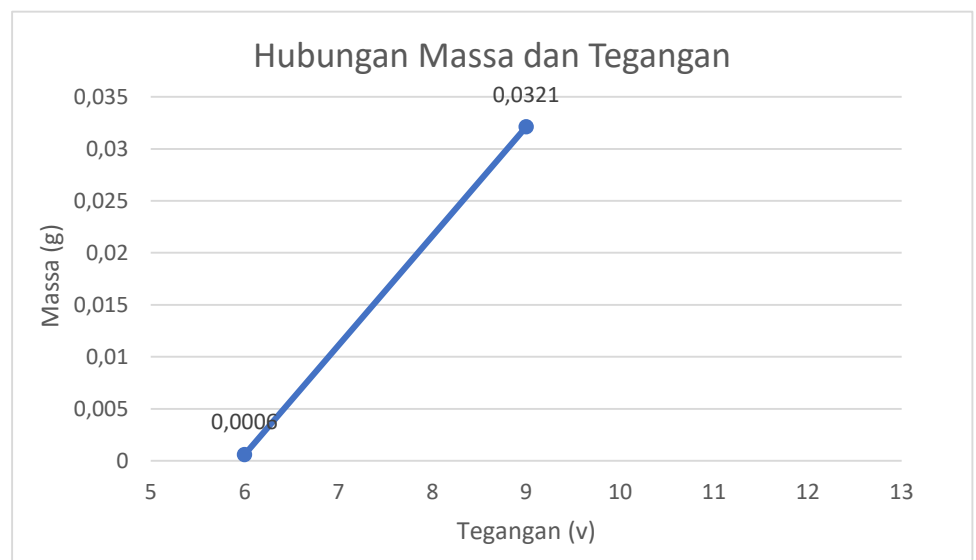
Dari tabel 5, dan 7 dapat dilihat bahwa massa katoda hasil dari proses elektrolisis mengalami kenaikan seiring dengan dinaikannya nilai tegangan. Massa rata – rata hasil elektrolisis pada variasi tegangan 6, dan 12 volt secara berturut – turut adalah 0,0286 gram, dan 0,0418 gram.

Sedangkan pada tabel 1, 3, dapat dilihat bahwa massa katoda hasil dari proses elektrolisis juga mengalami kenaikan seiring bertambahnya nilai konsentrasi larutan. Untuk massa katoda pada konsentrasi 0,01 M berat hasil proses elektrolisis mengalami kenaikan sebesar 0,0006 gram, pada konsentrasi 0,05 M berat hasil proses elektrolisis mengalami kenaikan sebesar 0,3077 gram.

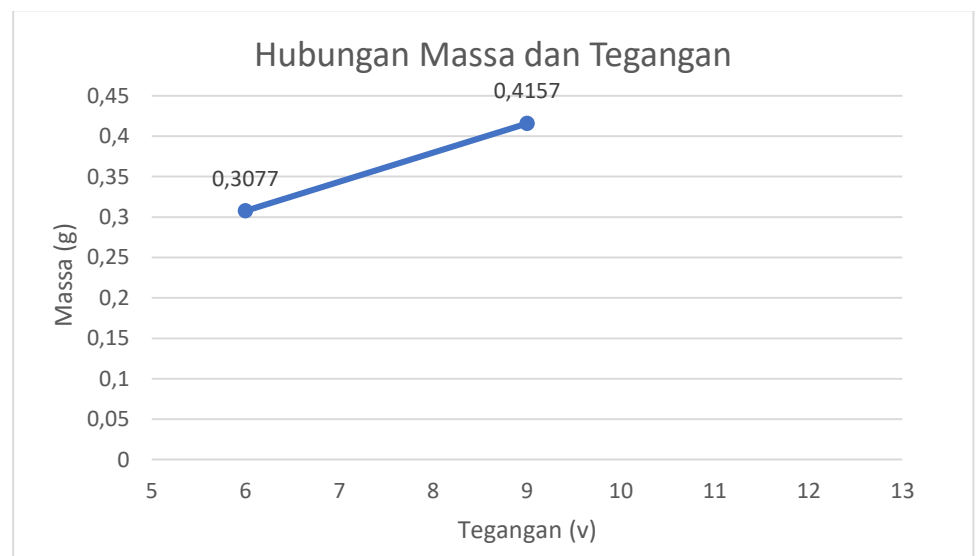
4.2. Analisa Pembahasan

a. Pengaruh Tegangan

Dapat dilihat hubungan antara massa dan tegangan dari logam Cu yang tereduksi pada grafik di gambar 2, 3 dan 4.



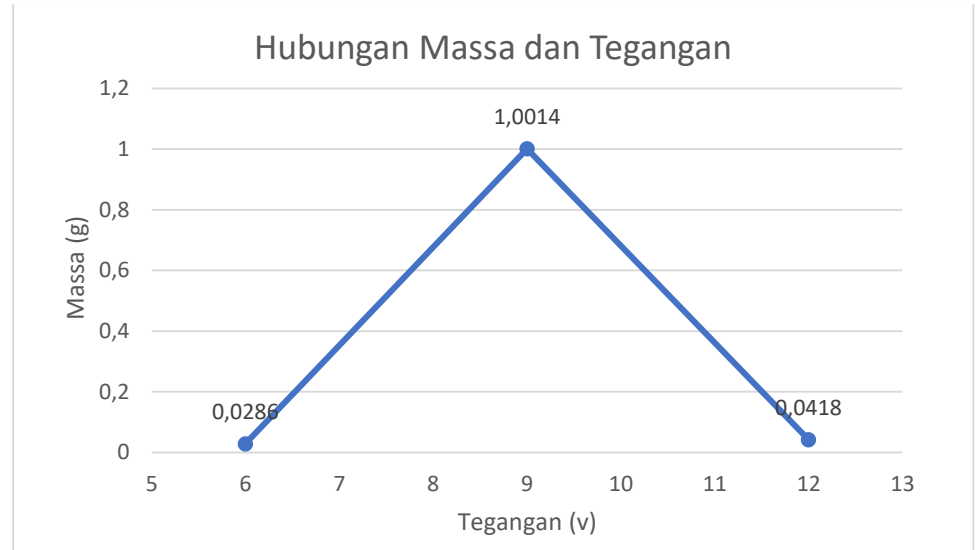
Gambar 2. Grafik hubungan penambahan massa logam Cu dan tegangan.



Gambar 3. Grafik hubungan penambahan massa logam Cu dan tegangan.

Dapat dilihat pada percobaan electrorefining, pada tabel 1, 2, dan tabel 3, 4 yang masing-masing melakukan percobaan menggunakan konsentrasi larutan elektrolit sebesar 0,01 M dengan variasi tegangan sebesar 6, dan 9 volt, dan percobaan menggunakan konsentrasi larutan elektrolit sebesar 0,05 M dengan variasi tegangan sebesar 6, dan 9 volt.

Pengukuran massa awal katoda sebelum dilakukan electrorefining dan setelah dilakukan electrorefining mengalami kenaikan secara berturut-turut, pada tabel 4.1 dan 4.2 yaitu sebesar 0,0006 gram, dan 0,0321 gram. Sedangkan pada tabel 3 dan 4 yaitu sebesar 0,3077 gram, dan 0,4157 gram. Dapat dilihat juga pada grafik gambar 7 dan 8 bahwa massa logam Cu yang tereduksi mengalami kenaikan seiring meningkatnya nilai tegangan pada proses elektrolisis. Meskipun tidak mengalami kenaikan yang linier. Hal tersebut membuktikan bahwa adanya pengaruh tegangan listrik atau voltase terhadap proses elektrolisis. Dapat disimpulkan bahwa voltase memiliki efek positif terhadap proses elektrolisis karena semakin besar tegangan yang diberikan maka semakin besar pula logam yang tereduksi dan menempel pada katoda.

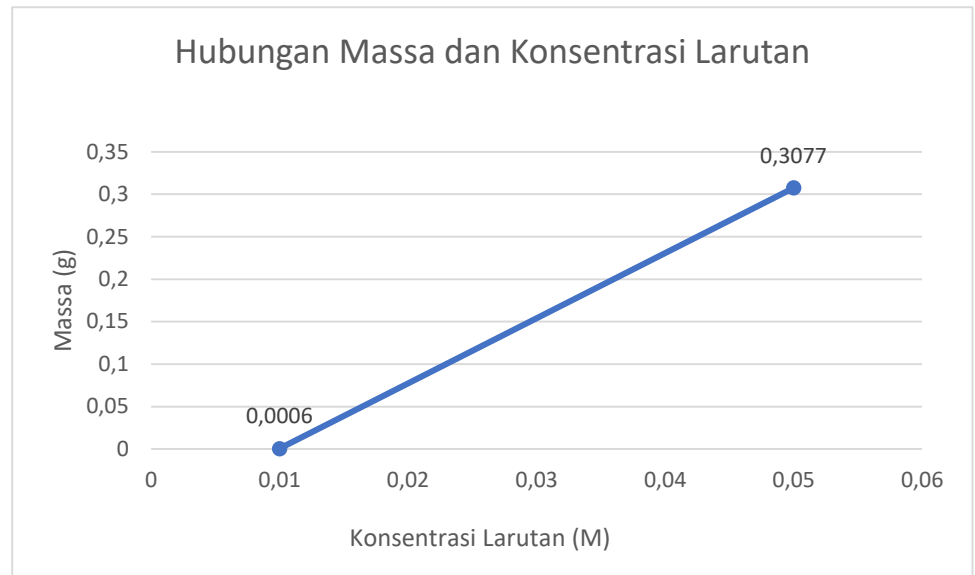


Gambar 4. Grafik hubungan penambahan massa logam Cu dan tegangan.

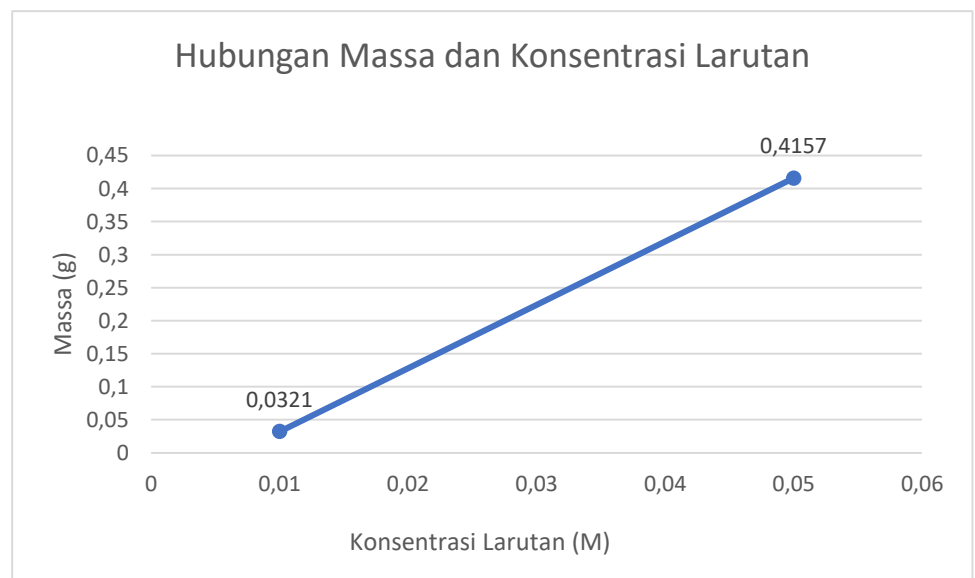
Sedangkan pada percobaan electrorefining, pada tabel 5, 6, dan 7 yang melakukan percobaan menggunakan konsentrasi larutan elektrolit sebesar 0,1 M dengan variasi tegangan sebesar 6, 9, dan 12 volt dapat dilihat bahwa pengendapan massa logam mengalami kenaikan juga seiring dinaikkan nilai tegangan. Massa tembaga yang naik berturut-turut sebesar 0,0286 gram, 1,0014 gram, dan 0,0418. Pada percobaan 0,1 M dan variasi tegangan 6 dan 12 volt mengalami kenaikan seiring dinaikannya nilai tegangan. Dapat disimpulkan bahwa voltase memiliki efek positif terhadap proses elektrolisis karena semakin besar tegangan yang diberikan maka semakin besar pula logam yang tereduksi dan menempel pada katoda. meskipun pada percobaan 0,1 M dan 9 volt mengalami kenaikan yang sangat pesat, ketidaksesuaian kenaikan pengendapan massa tembaga kemungkinan disebabkan oleh berbagai faktor. Kemungkinan kesalahan pada percobaan ini terletak pada kekeliruan praktikan saat melakukan percobaan.

b. Pengaruh Konsentrasi Larutan Elektrolit

Dapat dilihat hubungan antara massa dan konsentrasi larutan elektrolit dari logam Cu yang tereduksi pada grafik di gambar 5.



Gambar 5. Grafik hubungan penambahan massa logam Cu dan konsentrasi larutan elektrolit.



Gambar 6. Grafik hubungan penambahan massa logam Cu dan konsentrasi larutan elektrolit.

Pada percobaan electrorefining, pada tabel ada tabel 1, 2, dan tabel 3, 4 yang masing-masing melakukan percobaan menggunakan nilai tegangan sebesar 6 volt dan menggunakan variasi konsentrasi elektrolit dengan nilai 0,01M, dan 0,05M, serta percobaan menggunakan nilai tegangan sebesar 9 volt dan menggunakan variasi konsentrasi elektrolit dengan nilai 0,01M, dan 0,05M. Masing – masing pengukuran massa awal katoda sebelum dilakukan electrorefining dan setelah dilakukan electrorefining mengalami kenaikan secara berturut – turut yaitu sebesar 0,0006 gram, dan 0,3077 gram serta 0,0321 gram, dan 0,4157 gram. Dapat dilihat juga pada grafik gambar 5 dan 6 bahwa massa logam Cu yang tereduksi mengalami kenaikan seiring meningkatnya nilai konsentrasi elektrolit pada proses elektrolisis. Hal tersebut membuktikan bahwa konsentrasi elektrolit juga memiliki pengaruh dalam proses elektrolisis. Semakin tinggi nilai konsentrasi maka jumlah ion yang terdapat dalam larutan juga semakin banyak. Banyaknya jumlah ion ini juga akan meningkatkan atom yang terionisasi sehingga massa yang menempel pada katoda juga mengalami peningkatan.

c. Efisiensi arus

Efisiensi arus pada proses elektrolisis tembaga yang dilakukan menggunakan anoda lembaran tembaga, katoda plat platina, dan untuk larutan elektrolit menggunakan CuSO_4 dapat dilihat pada tabel rekapitulasi dibawah ini :

Tabel 8. Efisiensi arus

Percobaan (Volt x Hambatan / Larutan)	t (detik)	Arus (ampere)	W teoritis	W katoda	% Efisiensi
6V x 0,01 M	1800	0,6	0,355336788	0,0006	0,17%
9V x 0,01 M	1800	0,9	0,533005181	0,0321	6,02%
6V x 0,05 M	900	0,12	0,035533679	0,3077	865,94%
9V x 0,05 M	900	0,18	0,053300518	0,4157	779,92%
6V x 0,1 M	2700	0,06	0,053300518	0,0286	53,66%
9V x 0,1 M	1800	0,09	0,053300518	1,0014	1878,78%
12V x 0,1 M	900	0,12	0,035533679	0,0418	117,63%

Keterangan :

W katoda : Berat aktual

W teoritis : Berat teoritis (menggunakan rumus faraday)

Berikut contoh perhitungan tabel 4.8 efisiensi arus pada kolom 2 :

Untuk menentukan waktu :

$t \text{ (menit)} = t \text{ (detik)}$

$t = 15 * 60 = 1800 \text{ detik}$

Untuk menentukan arus listrik :

$V = 9V$

$R = 0,01M$

$I = \dots ?$

$I = V/R$

$I = 9/0,01$

$I = 900 \text{ mA}$

$I = 0,9 \text{ A}$

$I = \text{kuat arus (A)}$

$V = \text{tegangan (v)}$

$R = \text{hambatan}$

Untuk menentukan berat teoritis menggunakan rumus hukum faraday pada persamaan

2.6 :

$\text{ArCu} = 63,5$

$i = 0,9 \text{ A}$

$t = 1800 \text{ s}$

$z = 2$

$F = 96500$

$W_{th} = \dots ?$

$W_{th} = (E.i.t)/F$

$W_{th} = (Ar.i.t)/(z.F)$

$W_{th} = (63.5 * 0,9 * 1800)/(2 * 96500)$

$W_{th} = 0,533005181$

W_{th} : Berat logam terdepositkan (teoritis) pada katoda (gr)

E : Massa atom relatif per bilangan oksidasi (tanpa satuan)

I : Arus listrik (Ampere)

t : waktu (detik)

F : Konstanta Faraday (96,500 Coloumb/mol = A.s/ mol = J/mol.V)

Ar : massa atom relatif (gram / mol)

Z : ion yang terlibat

Pada tabel 8 hasil pengukuran menunjukkan efisiensi arus paling baik terdapat pada percobaan proses elektrolit dengan tegangan 9V dan konsentrasi elektrolit 0,1M sebesar 53,66%, yang mengindikasikan bahwa 85% arus listrik yang digunakan menghasilkan reaksi kimia sesuai teori Faraday.

Hasil dari penelitian ini membuktikan bahwa hasil proses elektrolisis mengalami peningkatan seiring ditambahkan nilai tegangan dan juga konsentrasi elektrolit. Hal ini membuktikan bahwa kedua parameter tersebut memiliki efek positif terhadap peningkatan efektifitas proses electrorefining tembaga. Hal ini sesuai dengan beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

5. Perbandingan

Berbagai penelitian sebelumnya telah mengkaji parameter-parameter yang mempengaruhi proses electrorefining tembaga. Rudiysyah (2021) meneliti pengaruh konsentrasi elektrolit terhadap laju deposisi tembaga, menunjukkan adanya konsentrasi optimum untuk memaksimalkan hasil tanpa meningkatkan pembentukan dendrit. Prasetyo (2019) berfokus pada pengaruh tegangan arus listrik, di mana peningkatan tegangan mempercepat laju deposisi namun menurunkan efisiensi energi pada tegangan tinggi. Engh (2021) menekankan pentingnya pengendalian kombinasi parameter, termasuk tegangan, konsentrasi larutan, dan suhu, guna memperoleh hasil pemurnian optimal. Dibandingkan penelitian-penelitian tersebut, penelitian ini secara sistematis mengkaji pengaruh kombinasi konsentrasi larutan elektrolit dan tegangan arus listrik dalam kondisi yang terkontrol di lingkungan industri, sehingga diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis dan aplikatif bagi pengembangan proses electrorefining tembaga yang lebih efisien.

6. Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi tegangan dan konsentrasi larutan elektrolit terhadap laju elektrolisis dalam proses electrorefining tembaga menggunakan lembaran tembaga sebagai anoda dan plat platina sebagai katoda dalam larutan CuSO_4 . Berdasarkan hasil eksperimen dan analisis data, dapat disimpulkan hal-hal berikut:

6.1. Pengaruh Tegangan:

Peningkatan tegangan dari 6V, 9V hingga 12V berpengaruh positif terhadap jumlah logam Cu yang tereduksi dan menempel pada katoda. Hal ini ditunjukkan dengan bertambahnya massa katoda pada setiap kenaikan tegangan, meskipun peningkatannya tidak selalu linier. Dengan demikian, semakin besar tegangan listrik yang diberikan, semakin besar pula logam yang terendapkan pada katoda.

6.2. Pengaruh Konsentrasi Elektrolit:

Konsentrasi larutan CuSO_4 juga mempengaruhi hasil proses elektrolisis. Konsentrasi yang lebih tinggi menghasilkan peningkatan massa logam tembaga pada katoda, karena semakin banyak ion Cu^{2+} dalam larutan yang siap tereduksi. Ini membuktikan bahwa semakin pekat larutan elektrolit, semakin besar efisiensi proses elektrolisis.

6.3. Efisiensi Arus:

Efisiensi arus tertinggi tercatat pada percobaan dengan tegangan 9V dan konsentrasi larutan 0,1M, yaitu mencapai 1878,78% (jauh di atas teoritis karena kemungkinan kesalahan eksperimental). Secara umum, peningkatan efisiensi terjadi pada kombinasi tegangan dan konsentrasi elektrolit yang lebih tinggi, meskipun perlu verifikasi ulang untuk nilai-nilai yang melebihi 100% karena dapat mengindikasikan adanya faktor luar atau kesalahan pengukuran.

6.4. Kesimpulan Umum:

Penelitian ini menunjukkan bahwa tegangan dan konsentrasi larutan merupakan dua parameter penting yang secara langsung memengaruhi keberhasilan dan efisiensi proses electrorefining tembaga. Hasil ini mendukung teori Faraday dan relevan dengan studi-studi sebelumnya, serta dapat menjadi dasar pengembangan lebih lanjut dalam skala industri dengan optimasi parameter operasional.

Kontribusi Penulis: Penelitian ini memberikan kontribusi dalam memperkuat pemahaman tentang pengaruh tegangan arus listrik dan konsentrasi larutan elektrolit terhadap proses electrorefining tembaga. Melalui eksperimen laboratorium, penulis berhasil menunjukkan bahwa peningkatan kedua variabel tersebut secara signifikan meningkatkan massa tembaga yang tereduksi pada katoda, serta memberikan data yang relevan untuk mendukung teori elektrokimia. Temuan ini dapat menjadi acuan bagi pengembangan proses pemurnian tembaga yang lebih efisien baik dalam skala laboratorium maupun industri, serta menjadi dasar bagi penelitian lanjutan di bidang teknik elektro dan metalurgi.

Pendanaan: Penelitian ini dilaksanakan secara mandiri tanpa dukungan pendanaan dari pihak eksternal. Seluruh biaya yang terkait dengan pelaksanaan penelitian, termasuk pengadaan bahan, alat, serta kebutuhan laboratorium, ditanggung oleh penulis secara pribadi sebagai bagian dari tugas akhir di lingkungan akademik.

Pernyataan Ketersediaan Data: Seluruh data yang digunakan dan dihasilkan dalam penelitian ini tersedia dan dapat diperoleh dari penulis sesuai permintaan. Data mencakup hasil pengukuran laboratorium, dokumentasi prosedur eksperimen, serta perhitungan analisis yang mendukung kesimpulan penelitian.

Ucapan Terima Kasih: Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan dukungan selama proses penelitian ini berlangsung. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Departemen Kimia ITS, khususnya Laboratorium ISA, yang telah menyediakan fasilitas dan peralatan yang diperlukan selama pelaksanaan eksperimen. Penulis juga berterima kasih kepada keluarga dan teman-teman atas doa, motivasi, dan bantuan moril yang sangat berarti selama penyusunan tugas akhir ini.

Konflik Kepentingan: Penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan dalam penelitian ini. Seluruh proses penelitian, analisis data, dan penulisan laporan dilakukan secara independen tanpa pengaruh dari pihak manapun yang dapat memengaruhi hasil atau interpretasi penelitian.

Referensi

- [1] Aromaa, J. (2022). Electrorefining in Sustainable Metals Production. MDPI Open Access Journals.
- [2] Davenport, W. G., Schlesinger, M. E., King, M. J., & Sole, K. C. (2011). Extractive Metallurgy of Copper (Fifth Edition), Chapter 14 – Electrolytic Refining. ScienceDirect.
- [3] Ehsani, A., Yazıcı, E. Y., & Deveci, H. (2016). The Effect of Temperature on the Electrowinning of Copper. 8th International Metallurgy & Materials Congress, 114(2968), 521–523.
- [4] Engh, T. A. (2021). Electrolytic Refining of Copper in Modern Applications. Journal of Industrial Metallurgy.
- [5] Harahap, M. R. (2016). Sel Elektrokimia: Karakteristik dan Aplikasi. CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro, 2(1), 177– 185.
- [6] Kundari, N., & Wiyuniati, N. (2008). Pengaruh Isoterm Adsorpsi dalam Proses Pemurnian Logam. Jurnal Kimia Terapan, 5(2), 44– 49.
- [7] Prasetyo, T. (2019). Elektrolisis dan Aplikasinya dalam Industri Kimia. Surabaya: Pustaka Teknik.
- [8] Raja, R. (2022). Elektrorefining Tembaga: Teori dan Aplikasi Industri. Jakarta: Metalurgi Press.
- [9] Riles, M. W. (2013). Analisa Pembuatan Serbuk Tembaga Hasil Proses Electrorefining Metode Laboratorium. Portal Jurnal Politeknik Negeri Semarang.
- [10] Rudiyanisya. (2021). Modul 5 Praktikum Metalurgi: Konsentrasi Elektrolit. Program Studi Teknik Metalurgi, Universitas Negeri.
- [11] Sugiarto, B. (2016). Dasar-Dasar Elektrokimia untuk Pemrosesan Logam. Bandung: CV Ilmu Kimia.
- [12] Ummah, R. (2019). Geometri dalam Aplikasi Teknik. Yogyakarta: Penerbit Akademia.