

PENGAMBILAN NIKEL DARI LIMBAH PELAPISAN NIKEL (ELEKTROPLATING) DENGAN PROSES ELEKTROLISIS

TAKE OF A NICKEL FROM THE WASTE OF A NICKEL COATING PROCESS (ELECTROPLATING) WITH PROCESS OF ELEKTROLYSIS

Elvianto Dwi Daryono*)

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, ITN Malang

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Malang 56145

Telp : 0341- 551431, Fax : 0341- 553015

¹⁾Email:elvianto_itn@yahoo.co.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pH, suhu, jumlah pasangan elektroda dan waktu proses terhadap nikel yang terambil pada limbah elektroplating dengan menggunakan proses elektrolisis. Kondisi operasi meliputi jenis larutan elektrolit, arus listrik, jarak elektroda, jenis anoda, jenis katoda dan volume air limbah. Tahap persiapan dengan mengambil limbah untuk analisa awal kadar Ni. Tahap perlakuan adalah pencucian dengan menggunakan asam (*pickling*). Pada tahap percobaan mengisi tangki dengan limbah kemudian melakukan proses sesuai dengan variabel penelitian dan kondisi operasi. Sample dianalisa kadar Ni dengan menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*). Didapatkan kondisi terbaik yaitu pada pH 6, suhu 65°C, jumlah pasangan elektroda 3 dan waktu proses 60 menit, dimana kandungan nikel pada limbah turun dari 763,432 ppm menjadi 145,275 ppm.

Kata kunci: elektrolisis, elektroplating, limbah, nikel.

Abstract

This research aimed to study the influence of pH, temperature, cathode pairs and time process on nickel up take from the waste of a nickel coating process by the use of a process of elektrolysis. The operation condition batchwise at electrolyte solution type, electrics current, electrode distance, amount of electrode couple, anode type, cathode type and volume of liquide waste. In the preparations stage a sample analysis concentration of Ni. The treatment stage washing the electrode using acid (*pickling*). In the experimental stage filled up the tank with waste and then do the process as according to research variable and operation condition. Sample analysed concentration of Ni by using AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*). Got the best condition that is pH 6, temperature 65°C, cathode pairs 3 and time process 60 minutes, where nickel content at waste alight from 763.432 ppm become 145.275 ppm.

Keywords:electrolysis, electroplating, the waste, nickel.

1. PENDAHULUAN

serius adalah pencemaran limbah cair yang mengandung bahan kimia berupa logam berat. Air yang mengandung logam berat tidak dapat langsung dibuang ke sungai, karena dapat membahayakan lingkungan abiotik maupun lingkungan hidup sekitarnya. Pelapisan logam atau elektroplating merupakan suatu proses yang amat menentukan dalam rangka memperbaiki kenampakan logam dan meningkatkan ketahanan logam terhadap korosi. Senyawa yang diperlukan pada proses tersebut adalah nikel klorida, nikel sulfat dan asam khromat. Selain itu digunakan pula asam klorida, asam sulfat, asam nitrat dan asam fosfat untuk keperluan nikel plating dan anodizing, sehingga limbah cair mengandung anion klorida, sulfat, nitrat dan fosfat. Limbah pelapisan nikel tergolong limbah (B3) Bahan Beracun dan Berbahaya yang mempunyai sifat karsinogen terhadap tubuh manusia serta dapat menyerang paru-paru.

Pada awalnya metode yang digunakan dalam pengolahan limbah adalah metode konvensional meliputi presipitasi, pertukaran ion dan koagulasi flokulasi. Presipitasi adalah metode berdasarkan pada sifat koagulasi larutan melalui proses netralisasi dengan cara penambahan garam untuk menaikkan pH, sehingga terbentuk koagulan. Kelemahan metode ini adalah terjadi reaksi lebih lanjut akibat penambahan materi sebagai presipitan, akibatnya bahan pencemar didalam air limbah semakin bertambah. Pertukaran ion dapat digunakan dalam pengolahan limbah elektroplating dengan cara menambahkan resin penukar anion atau kation. Kelemahan metode ini kompleks yaitu memerlukan proses lebih lanjut untuk mengendapkan dan menghilangkan logam dari limbah elektroplating tersebut. Selain itu, proses ini membutuhkan biaya mahal. Koagulasi dan flokulasi merupakan metode tradisional dalam pengolahan limbah elektroplating. Dalam proses ini pengkoagulasi, misalnya alum atau

feri klorida dan zat aditif yang lain (misalnya polielektrolit) ditambahkan untuk memproduksi agregat yang lebih besar sehingga dapat dipisahkan secara fisik. Hasil penelitian Hakim dan Supriyatna, 2006 mendapatkan kadar Ni dalam air limbah turun dari 14,823 ppm menjadi 0,987 ppm.

Dalam melakukan elektrolisis, bahan yang dilapisi tidak boleh begitu saja dicelupkan ke bak tanpa perlakuan pendahuluan terlebih dahulu. Permukaan harus bersih, idealnya berupa atom-atom logam substrat tanpa pengotor apapun. Setidaknya ada 3 cara pembersihan penting dalam mempersiapkan elektroplating yaitu pembersihan lemak (*degreasing*), pembersihan alkali dan *pickling* asam. Pelarut organik (penghilang lemak) berupa uap sering digunakan. Biasanya berupa hidrokarbon terkhlorinasi, ditambah inhibitor untuk menekan hidrolisis oleh kelembaban udara yang berakibat terbentuknya hidrogen klorida yang bersifat korosif. Pemakaiannya dapat dicelup, disemprot dan secara elektrolitik. Pemilihan pembersih ini harus mempertimbangkan jenis/sifat permukaan yang hendak dibersihkan. Besi dapat tahan zat alkali, tetapi tembaga menuntut larutan yang lunak. *Pickling* asam perlu dilakukan jika logam yang akan dielektroplating memiliki kerak dan karat amat banyak. Begitu pula setelah pembersihan alkali, sisa-sisa oksida dan lain-lain perlu dinetralkan dulu, disamping dibilas dengan memakai asam. Asam yang biasa digunakan untuk *pickling* adalah asam sulfat, asam klorida, asam nitrat. Asam yang banyak digunakan adalah H_2SO_4 . Apabila kerak masih juga tidak larut, maka dapat dibuat lebih mudah larut dalam asam encer. $KMnO_4$ dan $NaOH$ bermanfaat untuk praperlakuan. Begitu juga lelehan $NaOH$ plus natrium hidrida (logam natrium plus hidrogen). *Pickling* dapat lebih efektif bila disertai arus listrik.

Setelah dilakukan perlakuan pendahuluan, maka proses elektroplating dapat dilakukan.

Definisi sederhana elektroplating adalah pelapisan logam dengan logam lain dengan cara elektrolisis. Dalam penelitian ini digunakan proses elektrolisis untuk pengolahan limbah elektroplating, dimana diharapkan dengan proses ini dapat mengatasi kelemahan pengolahan limbah secara konvensional. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pH, suhu, jumlah pasangan elektroda dan waktu proses terhadap nikel yang terambil pada limbah elektroplating dengan menggunakan proses elektrolisis. Sebagai katoda digunakan plat nikel dan sebagai anoda adalah batang grafit. Pemilihan grafit sebagai anoda didasarkan pada harganya yang relatif murah, tidak mudah bereaksi maupun larut dalam larutan elektrolit (inert), mempunyai derajat kelarutan yang tinggi dan tahan lama, mudah diperoleh dan kemurniannya cukup tinggi, juga dapat mencegah terjadinya kontaminasi antara elektrolit dan cell produk.

Sel Elektrolisis

Pada sel elektrolisis dapat terjadi reaksi kimia pada elektrodanya apabila arus listrik dialirkan ke dalam sel tersebut, dimana anoda sebagai elektroda positif dan katoda sebagai elektroda negatif. Elektrolisis merupakan proses pembentukan elektrodeposit, jika sejumlah arus listrik dilewatkan pada suatu larutan elektrolit. Pada proses elektrolisis diperlukan dua buah elektroda, larutan elektrolit dan sumber arus searah (DC). Elektron dihasilkan oleh arus DC yang akan mengalir melalui katoda menuju anoda, sehingga reaksi oksidasi dan reduksi dapat berlangsung. Untuk mengetahui lamanya

waktu elektrolisis atau dengan kata lain mengetahui apakah pengendapan suatu logam pada elektroda sudah sempurna, dapat diketahui dari beberapa hal, yaitu :

- (a) Hilangnya warna larutan yang semula keruh
- (b) Menimbang berat katoda awal dan akhir

Hukum yang digunakan dalam proses elektrolisis adalah Hukum Faraday yang merupakan basis utama pemahaman elektrokimia, dengan persamaan :

$$W = \frac{E \cdot i \cdot t}{F}$$

Dimana : W= Massa logam yang diendapkan pada katoda (gram)

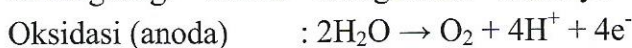
E = Berat ekivalen logam yang diendapkan

i = Kuat arus (A)

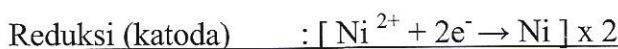
t = Waktu pelapisan (detik)

F = Bilangan Faraday (96500 Coulomb/mol)

Pada proses elektrokimia, reaksi oksidasi reduksi memegang peranan penting. Reaksi redoks yang terjadi pada proses pengambilan nikel dari limbah pelapisan nikel adalah :



$E^{\circ} \text{ sel} = -1,229$



$E^{\circ} \text{ sel} = -0,250 +$



$E^{\circ} \text{ sel} = -1,479$

Maka oksidator atau pereduksinya adalah : Ni^{2+}

Atau pengoksidasi : H_2O

Limbah Pelapisan Nikel

Elektroplating merupakan suatu proses elektrolisa dimana akan terjadi pengendapan logam pada permukaan logam yang akan dilapisi. Pada reaksi elektroplating diperlukan dua buah elektroda, larutan elektrolit dan sumber arus. Setiap elektrolit yang dijadikan media elektrolisa harus mengandung bahan-bahan terlarut yang berfungsi menyediakan sumber logam yang akan diendapkan, membentuk kompleks dengan ion logam yang akan diendapkan, menyediakan sarana hantaran listrik (konduktif), dapat menstabilkan larutan dari hidrolisa, memodifikasi atau mengatur bentuk fisik dari endapan dan membantu pelarutan anoda. Larutan yang digunakan pada proses elektroplating pada logam nikel terhadap besi pada kondisi dengan pengendapan optimum, komposisinya sesuai pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Larutan yang digunakan pada proses elektroplating pada logam nikel terhadap besi pada kondisi dengan pengendapan optimum

Larutan	Konsentrasi
NiSO ₄	250 gr/liter
NiCl ₂	45 gr/liter
H ₃ BO ₃	30 gr/liter
Zat aditif	0,5 – 1 gr/liter

Pada media elektroplating, nikel sulfat berfungsi sebagai penghasil ion nikel. Sedangkan nikel klorida sebagai penghasil klorida untuk mencegah agar anoda tidak mengalami kepasifan. Klorida juga dapat meningkatkan daya hantar serta daya lontar. Asam boric berfungsi sebagai buffer lemah, mengontrol pH pada lapisan katoda. Penambahan zat aditif dalam konsentrasi rendah dalam bak plating dapat memodifikasi struktur, morfologi dan penampilan dari endapan.

Beberapa penelitian pengolahan limbah electroplating yang telah dilakukan adalah :

- Widiono (2009) Mengolah limbah nikel dari industri elektroplating dengan elektrokoagulator yang mendapatkan kondisi terbaik pada beda tegangan 6 V, dimana kadar Ni pada limbah turun dari 900 ppm menjadi 408 ppm 54,67%.
- Penggunaan grafit sebagai anoda dari penelitian Widodo dkk (2008) menyatakan grafit dalam elektrolisis tidak mudah teroksidasi, tidak mengalami pasivasi, awet dan murah. Dihasilkan dekolorisasi sebesar 97,09%.
- Sunardi (2007) mendapatkan kondisi terbaik pada tegangan listrik 12 V, kecepatan alir limbah masuk 6,72 ml/dtk, pH limbah 6,5 dan waktu proses 60 menit memberikan nilai efisiensi penurunan Pb sebesar 99,845%, Cd sebesar 98,938% dan TSS sebesar 95,004%.

2. METODA

Kondisi Operasi

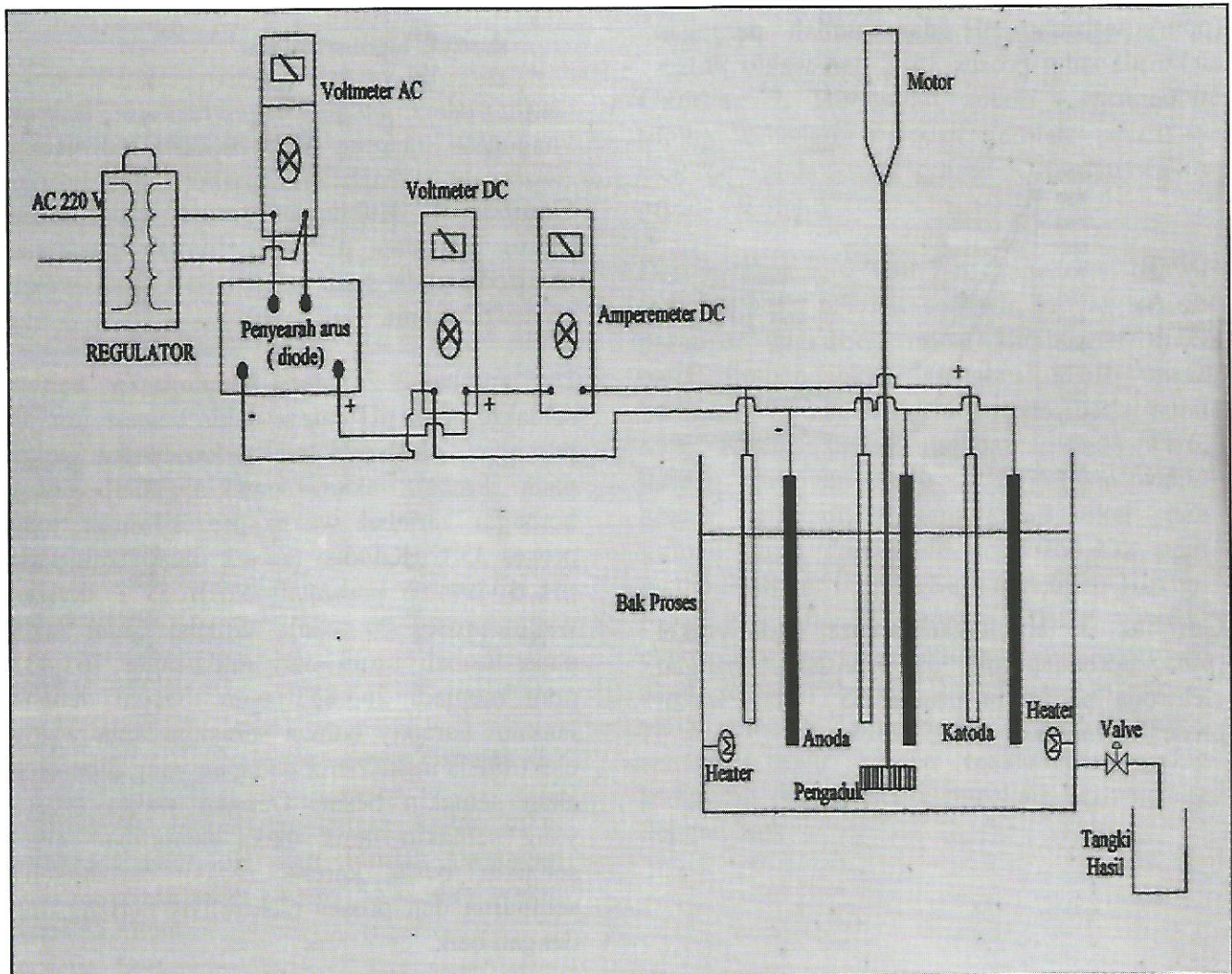
Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium. Metoda penelitian yang digunakan adalah metoda eksperimen dan metode analisa data dengan menggunakan tabel dan grafik.

Kondisi Operasi meliputi larutan elektrolit yaitu limbah pelapisan nikel, arus listrik 3 A, anoda batang grafit, katoda plat nikel, jarak elektroda 10 cm, volume limbah 30 liter dan jenis proses *batch*. Variabel penelitian adalah pH (4, 5, 6), suhu proses (35, 55, 65°C), jumlah pasangan elektroda (1, 2 dan 3 pasang) dan waktu proses (30, 45, 60 menit). Alat yang digunakan adalah instrumen elektroplating, regulator, pH meter, avometer, diode, thermometer, neraca analitik, pipet volume, *beaker glass*, karet penghisap dan *stopwatch*. Bahan-bahan yang digunakan adalah aquadest, limbah cair pelapisan nikel, plat nikel, batang grafit, larutan NaOH 0,4 M dan larutan H₂SO₄ 0,5 M.

Prosedur Penelitian

Mengambil sampel awal limbah pelapisan nikel untuk dianalisa kadar Ni, kemudian membuat larutan NaOH 0,4 M untuk larutan pH dan membuat larutan H₂SO₄ 0,5 M untuk *pickling*. *Pickling* asam dengan cara katoda dicuci dengan H₂SO₄ 0,5 M selama 5 menit, kemudian katoda dibilas dengan aquadest dan dikeringkan. Mengisi tangki dengan limbah sebanyak 30 liter serta mengatur pH limbah, jumlah pasangan elektroda, suhu proses sesuai

dengan variabel penelitian. Elektroda yang digunakan yaitu Ni sebagai katoda dan grafit sebagai anoda seperti yang dilihat pada Gambar 1.. Menyalakan peralatan kelistrikan (sumber arus) dan melakukan proses elektrolisis, serta mengambil sampel limbah untuk dianalisa. Penentuan kadar Ni dalam limbah dengan menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer - Flame Emmision Type*). Rangkaian peralatan dapat dilihat pada Gambar 1

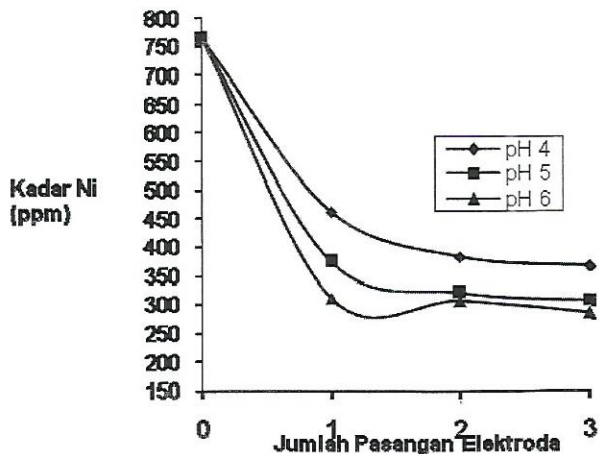


Gambar 1. Rangkaian Peralatan

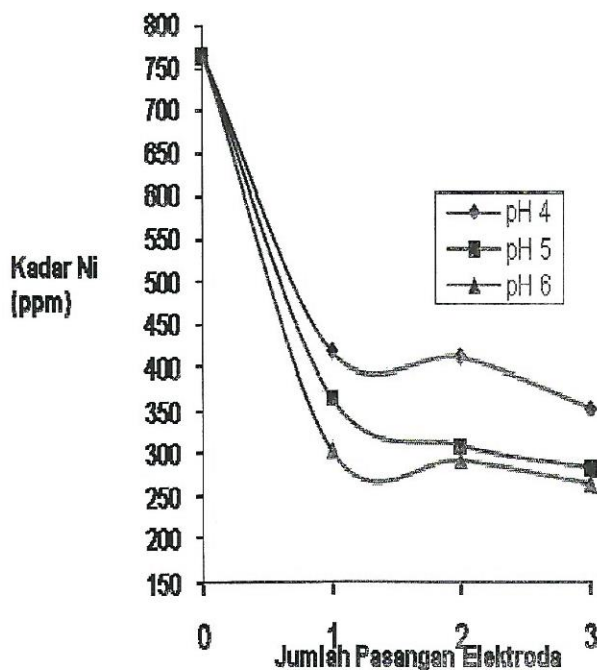
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil analisa dan perhitungan dibuat grafik hubungan antara kadar nikel versus

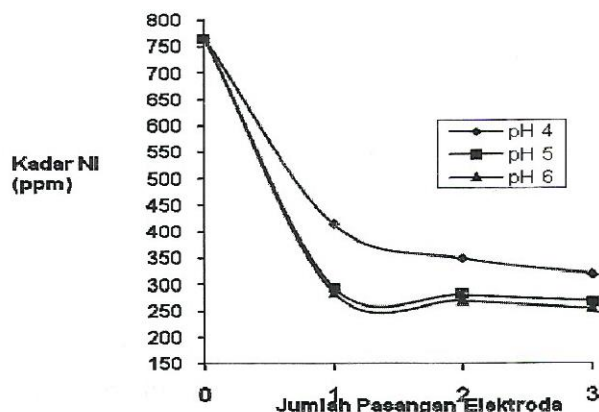
jumlah pasangan pada berbagai pH seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2. Pada percobaan ini suhu proses 35⁰ C dan waktu proses 30 menit.



Gambar 2. Hubungan antara kadar nikel (ppm) terhadap pH dan jumlah pasangan elektroda suhu proses 35°C dan waktu proses 30 menit.

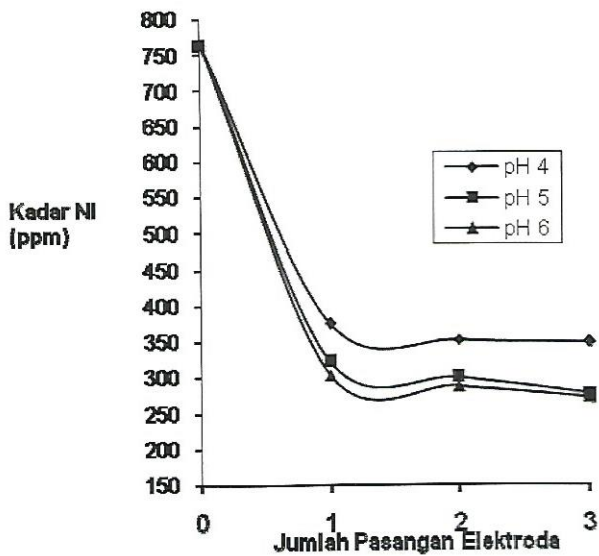


Gambar 4. Hubungan antara kadar nikel (ppm) terhadap pH dan jumlah pasangan elektroda pada suhu proses 35°C dan waktu proses 60 menit.

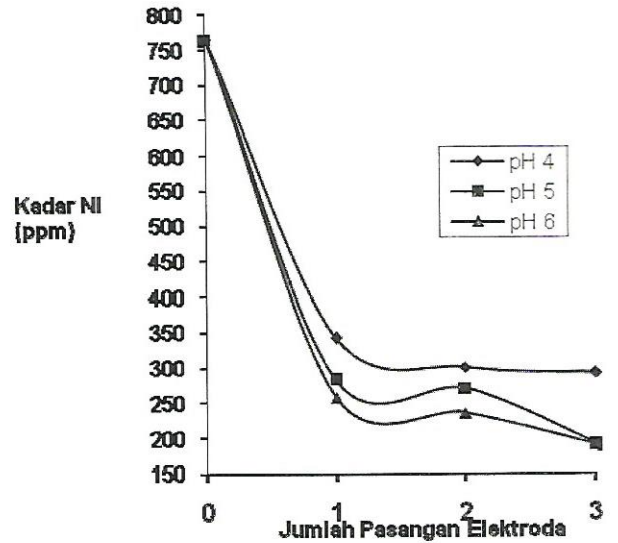


Gambar 3. Hubungan antara kadar nikel (ppm) terhadap pH dan jumlah pasangan elektroda pada suhu proses 35°C dan waktu proses 45 menit

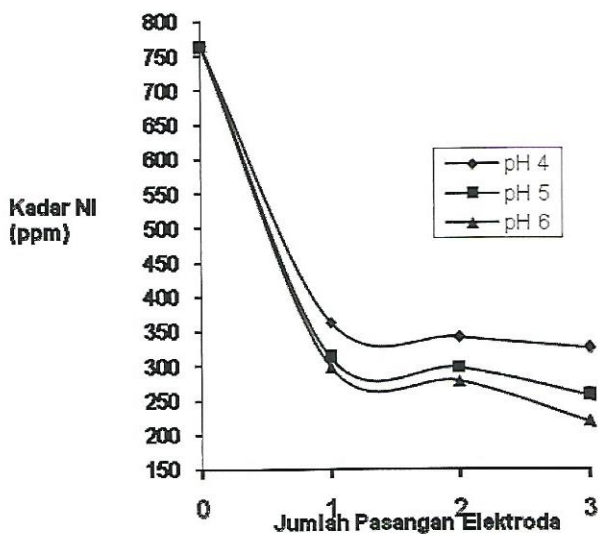
Dari gambar 2, 3, dan 4 menunjukkan bahwa semakin besar pH dan semakin banyak jumlah pasangan elektroda maka kandungan nikel pada limbah akan semakin kecil untuk berbagai variabel waktu proses untuk suhu proses 35°C. Kondisi terbaik didapatkan pada pH 6, jumlah pasangan elektroda 3 dengan waktu proses 60 menit, dimana kadar nikel pada limbah turun dari mula-mula 763,432 ppm menjadi 263,851 ppm. Sesuai dengan Hukum Faraday bahwa semakin lama waktu elektrolisis maka berat endapan yang diperoleh akan semakin besar. Dengan waktu proses yang semakin lama maka penurunan nikel semakin besar karena reaksi berlangsung sempurna dan proses elektrolisis berlangsung dengan baik.



Gambar 5. Hubungan antara kadar nikel (ppm) terhadap pH dan jumlah pasangan elektroda suhu proses 55°C dan waktu proses 30 menit

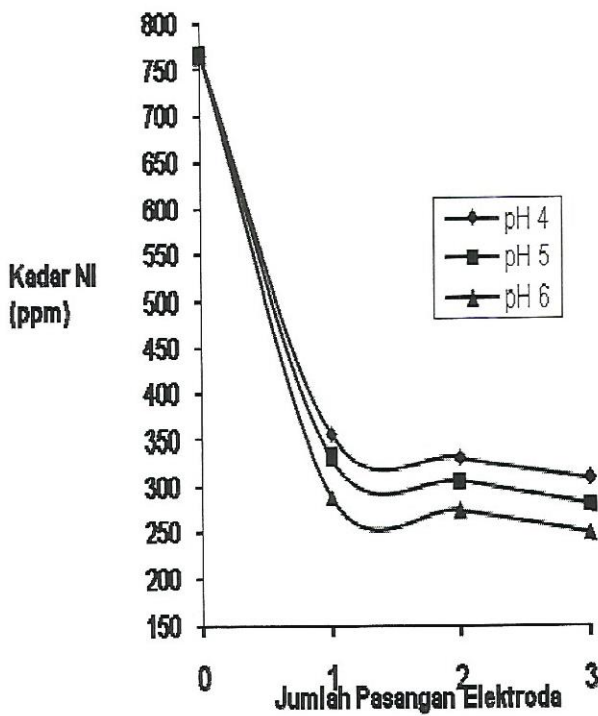


Gambar 7. Hubungan antara kadar nikel (ppm) terhadap pH dan jumlah pasangan elektroda pada suhu proses 55°C dan waktu proses 60 menit

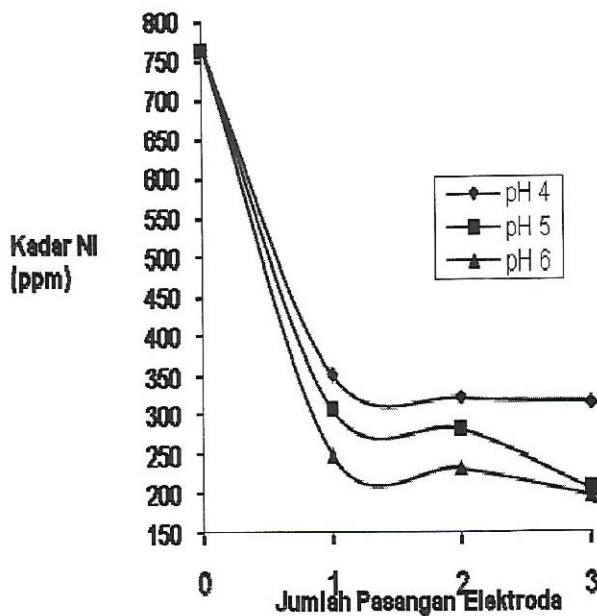


Gambar 6. Hubungan antara kadar nikel (ppm) terhadap pH dan jumlah pasangan elektroda pada suhu proses 55°C dan waktu proses 45 menit

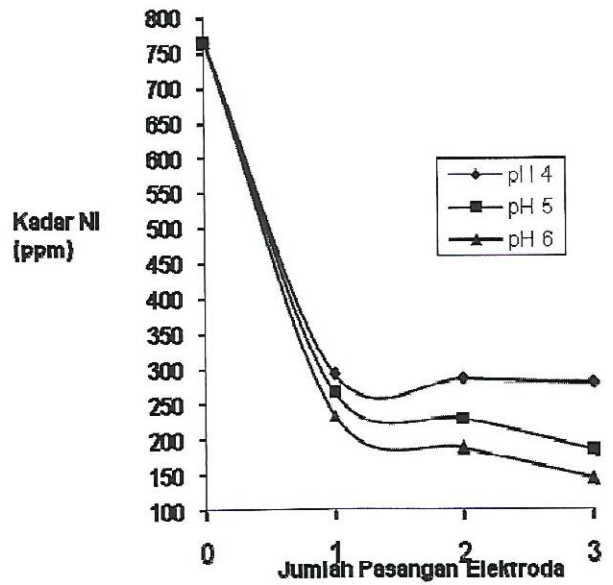
Dari gambar 5, 6, dan 7 menunjukkan bahwa semakin besar pH dan semakin banyak jumlah pasangan elektroda maka kandungan nikel pada limbah akan semakin kecil untuk berbagai variabel waktu proses pada suhu 55°C. Kondisi terbaik didapatkan pada pH 6, jumlah pasangan elektroda 3 dengan waktu proses 60 menit, dimana kadar nikel pada limbah turun dari mula-mula 763,432 ppm menjadi 189,651 ppm. Sesuai dengan Hukum Faraday bahwa semakin lama waktu elektrolisis maka berat endapan yang diperoleh akan semakin besar. Dengan waktu proses yang semakin lama maka penurunan nikel semakin besar karena reaksi berlangsung sempurna dan proses elektrolisis berlangsung dengan baik.



Gambar 8. Hubungan antara kadar nikel (ppm) terhadap pH dan jumlah pasangan elektroda pada suhu proses 65°C dan waktu proses 30 menit



Gambar 9. Hubungan antara kadar nikel (ppm) terhadap pH dan jumlah pasangan elektroda pada suhu proses 65°C dan waktu proses 45 menit



Gambar 10. Hubungan antara kadar nikel (ppm) terhadap pH dan jumlah pasangan elektroda pada suhu proses 65°C dan waktu proses 60 menit

Dari gambar 8, 9, dan 10 menunjukkan bahwa semakin besar pH dan semakin banyak jumlah pasangan elektroda maka kandungan nikel pada limbah akan semakin kecil untuk berbagai variabel waktu proses pada suhu proses 65°C. Kondisi terbaik didapatkan pada pH 6 dan jumlah pasangan elektroda 3 dengan waktu proses 60 menit, dimana kadar nikel pada limbah turun dari mula-mula 763,432 ppm menjadi 145,275 ppm. Sesuai dengan Hukum Faraday bahwa semakin lama waktu elektrolisis maka berat endapan yang diperoleh akan semakin besar. Dengan waktu proses yang semakin lama maka penurunan nikel semakin besar karena reaksi berlangsung sempurna dan proses elektrolisis berlangsung dengan baik.

Dari pembahasan diatas dapat diketahui bahwa semakin tinggi suhu reaksi, semakin banyak jumlah pasangan elektroda, semakin tinggi pH dan semakin lama waktu proses maka kandungan nikel pada limbah akan semakin turun. Dari teori diketahui bahwa suhu yang paling baik untuk proses elektrolisis adalah diatas 45°C, karena pada suhu tersebut derajat ionisasi larutan limbah yang digunakan bertambah besar sehingga mempengaruhi

jumlah ion dalam larutan. Semakin banyak ion dalam larutan maka semakin mudah larutan tersebut menghantarkan arus listrik. Sesuai dengan Hukum Faraday bahwa semakin lama waktu elektrolisis maka berat endapan yang diperoleh akan semakin besar. Dengan waktu proses yang semakin lama maka penurunan nikel semakin besar karena reaksi berlangsung sempurna dan proses elektrolisis berlangsung dengan baik. Menurut teori proses elektroplating nikel dilakukan pada pH 3 – 6. Pada pH tersebut nikel dapat mengendap. Pada pH kurang dari 3 dapat menyebabkan impuritis pada larutan, sehingga impuritis akan banyak menempel pada katoda dan proses pelapisan tidak berjalan secara optimal. Sedangkan pH diatas 6 dapat mengakibatkan rapat arus menjadi terlalu rendah sehingga daya lapis menjadi rendah dan pH yang terlalu tinggi memungkinkan ferric hydroxide untuk mengendap dan menyebabkan endapan kasar, sehingga kecerahan yang didapat menjadi rendah. Kondisi terbaik didapatkan pada suhu 65°C, pH 6, jumlah pasangan elektroda 3 dan waktu proses 60 menit dimana kadar nikel pada limbah turun dari mula-mula 763,432 ppm menjadi 145,275 ppm.

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisa dan perhitungan dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut :

Kondisi terbaik didapatkan pada pH 6, suhu proses 65°C, jumlah pasangan elektroda 3 dan waktu proses 60 menit, dimana kadar nikel pada limbah turun dari mula-mula 763,432 ppm menjadi 145,432 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- Daryono, E.D, Iwan, R.I dan Salwa, S (2006). **Elektrolisis dengan Variasi Jumlah Pasangan Elektroda dan Waktu Terhadap Nikel yang Terambil.** *Jurnal Teknologi Industri MAGNETIK.* Volume : 4 (Nomor 1). Halaman 7 – 15.
- Hakim, L dan Supriyatna, Y.I (2006). **Pengambilan Logam Ni dalam Limbah Elektroplating dengan Proses Koagulasi Flokulasi.** Tugas Akhir. Undip Semarang.
- Sunardi (2007). **Pengaruh Tegangan Listrik dan Kecepatan Alir terhadap Hasil Pengolahan Limbah Cair yang Mengandung Logam Pb, Cd dan TSS Menggunakan Alat Elektrokoagulasi.** *Seminar Nasional III SDM Teknologi Nuklir Yogyakarta.* 21-22 November. Halaman 441-446.
- Widiono, B (2009). **Pengolahan Limbah Nikel dari Industri Elektroplating dengan Elektrokoagulator.** *POLITEK Jurnal Teknologi.* Volume 8 (Nomor 1). Halaman 7-18.
- Widodo, D.S, Gunawan, Kristanto, W.A (2008). **Elektroremediasi Perairan Tercemar : Penggunaan Grafit pada Elektrokolorisasi Larutan Remazol Black B.** *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi.* Volume XI (No. 3). Halaman 88-9