

**Penggunaan Limbah Cair Anodisasi Sebagai Larutan
Elektrolit Pada Pembentukan Aluminium Oksida**

SKRIPSI

oleh

ZHAFIRA SAKINAH

0810920070



**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2012**

**Penggunaan Limbah Cair Anodisasi Sebagai Larutan
Elektrolit Pada Pembentukan Aluminium Oksida**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
dalam bidang Kimia

oleh

ZHAFIRA SAKINAH

0810920070



**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2012**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**Penggunaan Limbah Cair Anodisasi Sebagai Larutan Elektrolit
Pada Pembentukan Aluminium Oksida**

oleh

ZHAFIRA SAKINAH

0810920070

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji
pada tanggal

dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Kimia

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir.Bambang Ismuyanto,MS
NIP. 196005041986031003

Dr. Diah Mardiana, MS
NIP. 196305291991032002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Kimia
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

Dr. H. Sasangka Prasetyawan, MS
NIP. 19630404 198701 1 001

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Zhafira Sakinah

NIM : 0810920070

Jurusan : Kimia

Penulis skripsi berjudul :

“Penggunaan Limbah Cair Anodisasi Sebagai Larutan Elektrolit Pada Pembentukan Aluminium Oksida”

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Isi dari tugas akhir yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termaktub di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam tugas akhir ini.
2. Apabila di kemudian hari ternyata tugas akhir yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang,

Yang menyatakan,

Zhafira Sakinah
NIM. 0810920070

Penggunaan Limbah Cair Anodisasi Sebagai Larutan Elektrolit Pada Pembentukan Aluminium Oksida

ABSTRAK

Limbah cair industri anodisasi aluminium diketahui masih mengandung ion sulfat sebesar 1112,27 ppm. Untuk mengurangi efeknya pada lingkungan maka limbah cair ini dimungkinkan digunakan ulang sebagai larutan elektrolit pada proses anodisasi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil pembentukan lapisan Al_2O_3 secara anodisasi dengan menggunakan limbah sebagai elektrolit pada nilai tegangan 2 serta 20 volt. Anodisasi dilakukan untuk sampel media elektrolit limbah, anoda aluminium berbentuk silinder dengan lempeng besi sebagai katoda, masing-masing berukuran 6 cm. Kondisi anodisasi adalah arus 5 A, jarak antara katoda dan anoda 5 cm dilaksanakan selama 60 menit pada temperatur ruang. Hasil lapisan Al_2O_3 yang terbentuk diuji berdasarkan jumlah ion dikromat teradsorpsi, yang dianalisis sebagai ion Cr(VI) secara Spektrofotometri Serapan Atom. Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah cair hasil bilasan pada industri anodisasi dapat digunakan sebagai pengganti media elektrolit. Penggunaan tegangan 20 volt menghasilkan pembentukan lapisan Al_2O_3 lebih banyak dibandingkan tegangan 2 volt.

Kata Kunci: *Limbah cair, aluminium, anodisasi*

The Use of Anodizing Liquid Waste as Electrolyte Solutions to the Formation of Aluminium Oxide

ABSTRACT

Liquid waste of industrial aluminium anodizing, containing sulfate ion i.e. 1112.27 ppm. In order to reduce the effect on the environment, it is possible to re-use as electrolyte solution in anodizing process. The purpose of this research is to investigate the formation of Al_2O_3 layer by anodizing, using liquid waste as electrolyte solution at 2 and 20 volts of voltage. Anodizing of cylindrical aluminium using iron plate as cathode, which is has 6 cm of each length has been done. It condition were, 5 ampere of current with distance between anode and cathode 5 cm for 60 minutes at room temperature. The Al_2O_3 layer obtained was tested based on the amount of adsorbed dichromate ion, which were analyzed as ion Cr(VI) by Atomic Absorption Spectrophotometry. The result showed that the rinsing liquid waste of industrial anodizing can be used as a substitute for electrolyte medium. The use of voltage 20 volts produces Al_2O_3 layer more than 2 volts.

Keywords: liquid waste, aluminium, anodization

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat-Nya, sehingga penyusunan skripsi yang berjudul **Penggunaan Limbah Cair Anodisasi Sebagai Larutan Elektrolit Pada Pembentukan Aluminium Oksida** dapat terselesaikan dengan baik, sebagai salah satu syarat kelulusan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dalam bidang Kimia di Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, Malang.

Adapun penyusunan laporan ini tidak akan dapat terselesaikan dengan baik tanpa bantuan dan kerjasama dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ir. Bambang Ismuyanto, MS selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan saran dan bimbingan selama penyusunan proposal penelitian, pelaksanaan penelitian hingga penulisan skripsi.
2. Dr. Diah Mardiana, MS selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan saran dan bimbingan selama penyusunan proposal penelitian, pelaksanaan penelitian hingga penulisan skripsi.
3. Drs. Budi Kamulyan selaku Pembimbing Akademik.
4. Dr. Sasangka Prasetyawan, MS, selaku Ketua Jurusan Kimia yang telah memberikan dukungan dalam proses penyelesaian skripsi.
5. Ir. Bambang Poerwadi, MS dan Qonita Fardiyah, Ssi., Msi selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan kritik dalam penyusunan skripsi.
6. Staf pengajar Jurusan Kimia yang telah memberikan ilmu dan bimbingan selama perkuliahan.
7. Staf pengajaran dan para laboran Jurusan Kimia atas fasilitas dan kemudahan yang diberikan selama penelitian dan proses penyelesaian skripsi.
8. Keluarga yang telah memberikan dukungan selama penelitian dan proses penyelesaian skripsi.
9. Semua pihak yang telah membantu penyusunan skripsi, terutama angkatan 2008 yang telah memberikan semangat

dan persahabatan selama ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga skripsi ini dapat berguna serta menambah pengetahuan bagi pihak yang membacanya.

Malang, 2012

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Aluminium	4
2.2 Anodisasi Aluminium	6
2.2.1 Limbah cair	8
2.2.2 Besi sebagai katoda	9
2.2.3 Pengaruh tegangan pada anodisasi	10
2.3 Pengukuran Menggunakan Metode SSA	10
2.4 Hipotesis	12
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	13
3.2 Bahan Penelitian	13
3.3 Alat Penelitian	13
3.4 Tahapan Penelitian	13
3.5 Prosedur Penelitian	14
3.5.1 Preparasi Limbah dari Anodisasi Aluminium	14
3.5.2 Identifikasi Ion Sulfat Dalam Limbah untuk proses anodisasi	14

3.5.3 Preparasi Logam untuk anoda dan katoda	14
3.5.4 Proses Anodisasi Aluminiumi.....	14
3.5.5 Adsorpsi dan desorpsi ion dikromat oleh lapisan Al_2O_3	14
3.5.6 Penentuan Kadar Krom (Cr) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)	15
3.6 Analisa hasil dan analisis Data	15

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

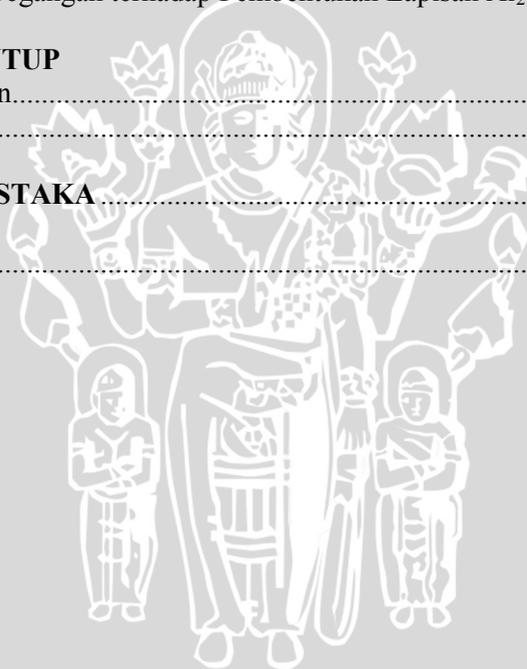
4.1 Preparasi dan Identifikasi Ion Sulfat dalam Limbah Cair	16
4.2 Proses Anodisasi	16
4.3 Adsorpsi dan Desorpsi Ion Kromat oleh Lapisan Al_2O_3	19
4.4 Pengaruh Tegangan terhadap Pembentukan Lapisan Al_2O_3 ..	20

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan.....	22
5.2 Saran.....	22

DAFTAR PUSTAKA	23
-----------------------------	----

LAMPIRAN	26
-----------------------	----



DAFTAR GAMBAR

Halaman

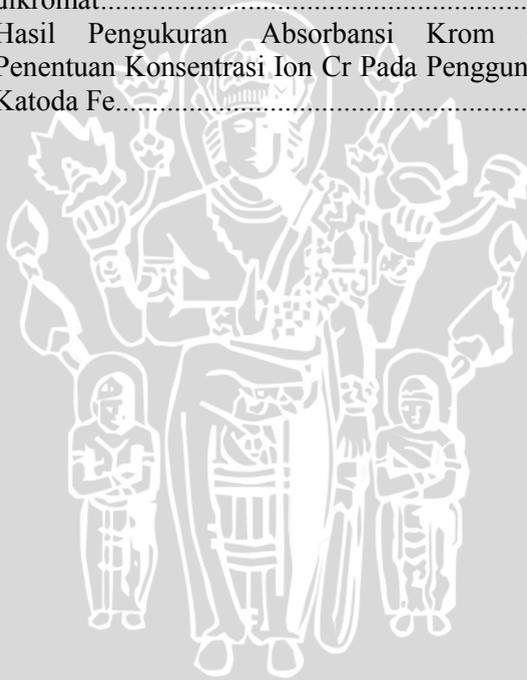
Gambar 2.1	Kurva kalibrasi	12
Gambar 4.1	Ilustrasi Permukaan Aluminium Hasil Anodisasi.....	19
Gambar C.1	Kurva Baku Kalium Dikromat	29
Gambar D.1	Skema Alat	30

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1	Sifat-Sifat Fisika Alumunium..... 4
Tabel 2.2	Penggunaan Berbagai Jenis Larutan Elektrolit dan Hasil Anodisasi..... 7
Tabel 2.3	Sifat-Sifat Fisika Besi..... 9
Tabel 4.1	Konsentrasi Ion Kromat yang Teradsorpsi pada Al_2O_3 Hasil Anodisasi untuk Tegangan 2 dan 20 Volt..... 20
Tabel C.1	Data Hasil Absorbansi Kurva Baku Kalium dikromat..... 29
Tabel C.2.1	Hasil Pengukuran Absorbansi Krom dan Penentuan Konsentrasi Ion Cr Pada Penggunaan Katoda Fe..... 30



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A Tahapan Penelitian	26
Lampiran B Pembuatan Larutan dan Perhitungan Konsentrasi	27
B.1 Pembuatan Larutan BaCl_2 1 M	27
B.2 Pembuatan Larutan Kalium Dikromat 0,05M	27
B.3 Pembuatan Larutan Kerja Kalium Dikromat dengan $[\text{Cr}^{VI}]$ 5 ppm	28
B.4 Pembuatan Larutan NaOH 3M	28
Lampiran C Data Hasil Penelitian	29
C.1 Perhitungan Kurva Baku Kalium Dikromat Menggunakan SSA	29
C.2 Data Pengukuran Kadar Krom	29
Lampiran D Skema Alat	30
Lampiran E Hasil Analisa	31



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah, limbah industri maupun rumah tangga (domestik), adalah bahan buangan tidak terpakai yang berdampak negatif terhadap kesehatan jika tidak dikelola dengan baik. Limbah cair industri (*industrial wastewater*), merupakan limbah cair hasil buangan industri, baik industri skala kecil, menengah dan besar. Beberapa contoh limbah cair adalah, air sisa cucian daging, buah, sayur dari industri pengolahan makanan dan cairan sisa pewarnaan kain dari industri tekstil [1]. Kandungan limbah cair industri akan dipengaruhi proses industri yang dilakukan. Semakin banyak tahapan proses yang dilakukan maka kandungan limbah akan lebih bervariasi.

Salah satu jenis limbah cair adalah hasil proses anodisasi aluminium. Proses anodisasi aluminium mencakup beberapa tahap yakni pencucian, pembilasan, *etching (etsa)*, anodisasi dan pewarnaan [2]. Pada tahap *etching* dan anodisasi, sering dilakukan pembilasan aluminium menggunakan air sebelum menuju tahapan berikutnya. Hasil bilasan, berupa limbah cair, akan mengandung larutan-larutan elektrolit yang digunakan. Hasil analisis limbah sebuah industri raket di Malang, menunjukkan bahwa kandungan air limbah hasil bilasan anodisasi aluminium yang utama meliputi aluminium 11,59 ppm, ion nitrit 0,06 ppm, dan ion sulfat 1112,27 ppm. Apabila limbah cair ini dibuang tanpa ada penanganan khusus akan berdampak buruk pada lingkungan.

Anodisasi, proses elektrolisis yang melibatkan penggunaan logam aluminium sebagai anoda dan elektroda karbon sebagai katoda, berlangsung dalam media elektrolit seperti larutan H_2SO_4 . Pada proses ini, akan terbentuk gas O_2 yang akan bereaksi dengan anoda menghasilkan lapisan Al_2O_3 , yang lebih tebal bila dibandingkan dengan lapisan yang terbentuk secara alami di udara terbuka [3-4]. Setelah mengalami proses anodisasi, ketebalan lapisan oksida akan meningkat [5].

Aluminium adalah unsur logam yang biasa ditemukan dalam kerak bumi dan terdapat dalam batuan seperti feldspar dan mika. Kandungan yang mudah diperoleh adalah oksida terhidrat seperti

bauksit, $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, dan kryolit, Na_3AlF_6 . Aluminium memiliki reaktivitas yang tinggi, karenanya dalam udara terbuka mudah teroksidasi dan dalam keadaan murninya mudah mengalami korosi oleh atmosfer alami. Peningkatan kekuatan logam murni dapat dicapai melalui proses dingin atau dikenal sebagai pengerasan regangan. Namun, proses yang jauh lebih memperkuat ketahanan logam ini dapat diperoleh melalui paduan dengan logam lain. Aktivitas kimia dan afinitas yang tinggi terhadap oksigen menyebabkan aluminium sering ditemukan sebagai aluminium oksida. Adapun lapisan-lapisan oksida yang tebal pada aluminium, seringkali terbentuk secara elektrolitik, yaitu melalui proses anodisasi [6-8].

Beberapa cara anodisasi dikembangkan dengan mengatur jenis larutan elektrolit yang digunakan, seperti *Chromic Acid Anodizing*, *Sulfuric Acid Anodizing* dan *Phosphoric Acid Anodizing*. Larutan elektrolit yang sering digunakan dalam anodisasi adalah asam sulfat, untuk pengembangan warna pada logam paduan. Jenis elektrolit yang digunakan dalam proses anodisasi sangat mempengaruhi hasil lapisan Al_2O_3 yang terbentuk. Faktor lain yang juga mempengaruhi karakter lapisan oksida, seperti ukuran pori, ketebalan, dan kekerasan adalah densitas arus, tegangan, temperatur dan lama anodisasi [5]. Pada proses anodisasi, tegangan erat kaitannya dengan arus yang dialirkan. Ketebalan lapisan oksida aluminium dan dinding sel yang terbentuk berbanding lurus dengan tegangan yang diberikan.

Berdasarkan hasil analisis kandungan asam dalam limbah cair industri raket yang cukup besar, maka besar kemungkinan limbah tersebut dapat digunakan kembali sebagai larutan elektrolit pada proses anodisasi. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan upaya pemanfaatan limbah cair sebagai larutan elektrolit pada anodisasi. Se jauh mana efektivitas anodisasi juga dikaji dengan membandingkan besarnya tegangan. Adapun tolok ukur keberhasilan anodisasi ditentukan berdasarkan jumlah ion Cr yang terserap, mengingat seringkali setelah anodisasi dilakukan pewarnaan menggunakan larutan ion dikromat. Analisis ion Cr ditentukan secara Spektrofotometri Serapan Atom, setelah dilakukan peluruhan lapisan Al_2O_3 menggunakan larutan NaOH.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Apakah limbah cair anodisasi dapat digunakan kembali sebagai media larutan elektrolit untuk pelapisan aluminium?
2. Berapa tegangan yang lebih baik digunakan pada proses anodisasi menggunakan limbah tersebut?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Proses anodisasi dilakukan menggunakan katoda besi, arus 5 A, pada suhu ruang, lama proses 60 menit, dengan jarak antara katoda dan anoda 5 cm.
2. Limbah anodisasi yang digunakan diambil dari UMKM pembuatan raket bulu tangkis.
3. Panjang logam katoda dan anoda yang digunakan 6cm.
4. Aluminium yang digunakan adalah aluminium alloy.
5. Konsentrasi kalium dikromat yang digunakan pada waktu perendaman 0,05M selama 10 menit.
6. Larutan NaOH yang digunakan dengan konsentrasi 3M.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kemungkinan penggunaan ulang limbah cair anodisasi sebagai media larutan elektrolit untuk pelapisan aluminium.
2. Menentukan tegangan yang lebih baik digunakan pada proses anodisasi menggunakan limbah cair.

1.5 Manfaat

Manfaat dari dilakukannya penelitian ini antara yakni untuk mengurangi pembuangan limbah pada lingkungan akibat sisa hasil pembuatan anodisasi aluminium.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Aluminium

Aluminium murni adalah logam berwarna putih keperakan dengan banyak karakteristik yang diinginkan. Aluminium ringan, tidak beracun (sebagai logam), nonmagnetik dan tidak memercik. Aluminium sangat lunak dan kurang keras. Aluminium adalah logam aktif, seperti yang ditunjukkan pada harga potensial reduksinya dan tidak ditemukan dalam bentuk unsur di alam [9]. Aluminium dibuat dalam skala besar dari biji bauksit, $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Logam ini, dimurnikan dengan pelarutan dalam NaOH akua dan diendapkan ulang sebagai $\text{Al}(\text{OH})_3$ dengan menggunakan CO_2 . Aluminium adalah logam yang kuat keras dan berwarna putih. Pada aluminium, lapisan-lapisan oksida yang tebal sering kali dilapiskan secara elektrolitik pada aluminium melalui proses anodisasi. Lapisan-lapisan yang segar dapat diwarnai dengan pigmen [6].

Terdapat dua bentuk anhidrat Al_2O_3 , yaitu, α - Al_2O_3 , dan γ - Al_2O_3 . α - Al_2O_3 stabil pada suhu tinggi dan metastabil tak terhingga pada suhu rendah. Senyawa anhidrat ini, terdapat di alam sebagai mineral korundum dan dapat dibuat dengan pemanasan γ - Al_2O_3 . α - Al_2O_3 keras dan tahan terhadap hidrasi dan penyerangan asam. γ - Al_2O_3 mudah menyerap air dan larut dalam asam, alumina yang digunakan untuk dikromatografi dan diatur kondisinya untuk berbagai kereaktifan adalah γ - Al_2O_3 [6].

Beberapa sifat fisika dari aluminium disajikan pada Tabel 2.1.

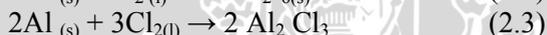
Tabel 2.1 Sifat-Sifat Fisika Aluminium[10]

Sifat-sifat	Nilai
Sifat	Logam berwarna putih
Kelarutan dalam Asam	Larut dalam Asam
Potensial elektroda	-1,66 V

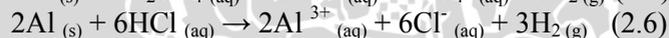
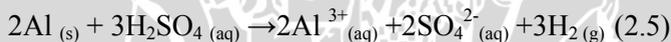
Aluminium merupakan logam yang termasuk dalam golongan IIIA. Sifat kimia golongan IIIA menggambarkan sifat logamnya, yaitu meningkat atas ke bawah dalam satu golongan. Aluminium adalah logam dengan reaktivitas yang tinggi dan teroksidasi dalam udara. Oksida aluminium yang terbentuk tahan terhadap asam tetapi larut dalam larutan basa. Aluminium dapat bereaksi dengan besi(III) oksida menghasilkan besi [7]. Reaksi yang terjadi sesuai dengan persamaan reaksi 2.1:



Aluminium bereaksi hebat dengan unsur-unsur halogen seperti iodin (I_2), klorin (Cl_2), bromin (Br_2), membentuk aluminium halida menjadi aluminium (III) iodida, aluminium (III) bromida, aluminium (III) klorida [7]. Reaksi yang terjadi ditunjukkan pada persamaan berikut :



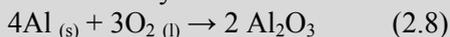
Logam aluminium larut dengan asam sulfur membentuk larutan yang mengandung ion Al(III) bersama dengan gas hidrogen [7]. Reaksi yang terjadi tampak pada persamaan 2.5 dan 2.6:



Aluminium larut dengan natrium hidroksida [2]. Reaksi yang terjadi sesuai persamaan 2.7:



Permukaan logam aluminium dilapisi dengan lapisan oksida yang membantunya melindungi logam agar tahan terhadap udara. Jika lapisan oksida rusak, logam aluminium akan bereaksi untuk bertahan terhadap reaksi lebih lanjut. Hal serupa juga terjadi pada reaksi aluminium dengan air. Aluminium akan terbakar dalam oksigen dengan nyala api, membentuk aluminium(III) oksida (Al_2O_3) [7], reaksi pembentukannya:



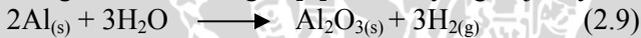
Permukaan logam aluminium memiliki lapisan tipis oksida yang kuat, lapisan tipis inilah yang dapat melindungi logam aluminium tersebut terhadap udara, sehingga lapisan tipis oksida ini cukup kuat untuk menahan oksigen juga air dan tidak terjadi oksidasi

lebih lanjut (peristiwa korosi). Lapisan oksida dapat pula terbentuk dengan cara pelapisan dalam elektrolit dan dikenal sebagai “ proses anodisasi” [6].

2.2. Anodisasi aluminium

Anodisasi aluminium adalah proses elektrokimia untuk membuat lapisan oksida aluminium pada permukaan[11,12]. Anodisasi secara luas digunakan untuk tujuan protektif (perlindungan) dan dekorasi, (penampilan) di atas aluminium. Sesuai dengan sifat dan kerja elektrolit terhadap oksida anoda, kondisi operasi, diantaranya hubungan tegangan / arus, maka anoda logam akan terus bereaksi dan diubah menjadi oksida yang terus menjangkar ke bagian dalam. Oksida yang terbentuk terakhir berdekatan dengan antar muka logam pelapis.

Pada anodisasi, logam Al dipakai sebagai anoda atau kutub positif pada elektrolisis dan dapat digunakan larutan H₂SO₄. Gas O₂ yang terbentuk akan bereaksi dengan anoda untuk menghasilkan lapisan Al₂O₃[5]. Sifat reduktor aluminium cukup baik, dan harga potensial reduksinya (E° = -1,66 volt) cukup negatif untuk mudah bereaksi dengan air dan oksigen [7]. Reaksi yang terjadi yakni :



Pada proses anodisasi selaput oksida pada permukaan aluminium yang terbentuk secara alami ditingkatkan hingga ketebalan yang diperlukan. Oksigen yang muncul pada proses oksidasi anoda, membentuk lapisan tipis yang sangat rekat dengan substrat. Adapun jenis elektrolit yang dapat digunakan adalah larutan asam sulfat, asam dikromat atau campuran asam sulfat dan asam oksalat [5]. Peranan larutan elektrolit yang digunakan dalam oksida anoda diberikan pada Tabel 2.2[13]:

Tabel 2.2 Penggunaan berbagai jenis larutan elektrolit dan hasil anodisasi

Larutan elektrolit	Hasil dan fungsi
Asam dikromat	Lapisan buram, terbatas untuk ketebalan maksimum sekitar 10 μm dan jarang digunakan untuk keperluan dekorasi. Fungsinya untuk alas cat khususnya pada peralatan militer
Asam fosfat	Biasanya digunakan sebelum lapis listrik yaitu pada proses pengerjaan awal. Hasilnya sangat porous dan menyediakan dasar locking mekanis untuk lapis listrik.
Asam oksalat	Hasil lapisan yang berwarna kuning yang kadang lebih keras dari hasil asam sulfat, digunakan untuk anodisasi yang tebal.
Asam sulfonat	Kombinasi dengan asam sulfat digunakan untuk mengembangkan anodik warna terpadu pada logam paduan. Perunggu, emas, kelabu dan hitam adalah warna yang dapat diperoleh.
Asam borat	Digunakan dalam lapis tunggal untuk kapasitan listrik, asam sitrat dan tartrat digunakan juga.

Proses anodisasi aluminium umumnya mencakup perlakuan awal hingga anodisasi, yaitu [14]:

1. Pencucian

Pencucian adalah proses membersihkan permukaan aluminium dari kotoran yang berasal dari proses sebelumnya. Proses pembersihan dilakukan dengan cara mekanik, yaitu dengan kertas gosok atau mesin gerinda.

2. Pembilasan

Pembilasan adalah proses membersihkan logam dari minyak dan lemak yang berasal dari proses sebelumnya atau terpegang oleh tangan telanjang. Proses pencucian dilakukan dengan detergen atau sabun sebanyak 20 – 50 g.

3. Etching

Etching (etsa) adalah proses menghilangkan lapisan oksida pada permukaan aluminium yang tidak dapat dihilangkan dengan proses-proses sebelumnya baik itu proses *cleaning* atau *rinsing*. Selain itu, proses ini untuk memperoleh permukaan benda kerja yang lebih rata dan halus.

4. Anodisasi

Proses anodisasi aluminium dilakukan dengan cara logam aluminium digunakan sebagai anoda dalam sebuah sel yang mengandung larutan elektrolit tertentu dan katoda logam lainnya.

Berdasarkan tahap pada anodisasi, maka sebagai hasil samping akan diperoleh limbah cair, yang dimungkinkan masih mengandung senyawa-senyawa yang berperan dalam proses anodisasi. Apabila limbah tersebut dibuang secara langsung pada lingkungan akan menyebabkan kerusakan pada lingkungan sekitar.

2.2.1. Limbah Cair

Secara umum, limbah adalah sesuatu yang tidak diinginkan atau sesuatu yang merupakan hasil sampingan dari produksi yang dianggap sudah tidak berguna lagi atau barang sisa (sampah) [1]. Limbah dapat dikelompokkan berdasarkan jenis senyawa penyusunnya, yaitu limbah organik dan limbah anorganik. Selain berdasarkan senyawa penyusunnya, limbah juga dapat diklasifikasikan berdasarkan wujudnya, yaitu padat, cair, dan gas [1].

Limbah cair adalah segala jenis limbah yang berwujud cairan, berupa air beserta bahan-bahan buangan lain yang tercampur (tersuspensi) maupun terlarut dalam air. Limbah cair diklasifikasikan menjadi empat kelompok yaitu limbah cair domestik (*domestic wastewater*), limbah cair industri (*industrial wastewater*), rembesan dan luapan (*infiltration dan inflow*), air hujan (*strom water*) [1].

Berdasarkan tahap pada proses anodisasi maka kemungkinan limbah cair terutama dari buangan tahap pencucian, pembilasan, *etching (etsa)*, anodisasi hingga pewarnaan [2]. Salah satu yang utama adalah elektrolit sebagai komponen terbesar baik pada tahap anodisasi maupun pembilasan. Karenanya limbah cair ini cukup potensial jika digunakan kembali sebagai media untuk anodisasi.

2.2.2 Besi sebagai katoda

Besi merupakan logam kedua yang melimpah setelah aluminium, dan unsur keempat yang paling melimpah dalam kulit bumi. Teras bumi dianggap terutama terdiri atas Fe dan Ni. Bijih yang utama adalah *hematite* Fe_2O_3 , *magnetite* Fe_3O_4 , *limonite* $\text{FeO}(\text{OH})$, dan *siderite* FeCO_3 . Besi cukup reaktif, dalam udara lembab cepat teroksidasi memberikan besi(III) oksida hidrat (karat) yang tidak sanggup melindungi karena zat ini hancur dan membiarkan permukaan logam yang baru, terbuka. Besi yang sangat halus bersifat porofor [6].

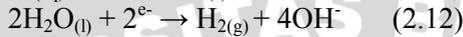
Logam besi mudah larut dalam asam mineral. Besi menjadi $\text{Fe}(\text{III})$, dengan adanya udara atau dengan HNO_3 panas encer. Media pengoksidasi yang sangat kuat seperti HNO_3 pekat atau asam-asam yang mengandung dikromat membuat besi pasif. Air bebas udara memiliki sedikit efek, tetapi besi bereaksi dengan NaOH pekat panas [6]. Sifat fisika besi ditunjukkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Sifat-Sifat Fisika Besi

Sifat-sifat	Nilai
Sifat	Mengkilap
Kelarutan dalam Asam	Larut dalam HCl encer, H_2SO_4
Potensial elektroda	-0,44 volt

Penambahan ion hidroksil pada larutan besi(II), menghasilkan hidroksida pucat, yang mudah teroksidasi oleh udara memberikan ferrioksida hidrat yang coklat merah. Oksida FeO dapat diperoleh sebagai serbuk hitam bersifat porifor dengan menyalakan $\text{Fe}(\text{II})$ oksalat. Senyawa klorida juga dapat digunakan sebagai sumber bagi sintesis senyawaan besi lainnya. Ferroklorida anhidrat dapat dibuat dengan melewatkan gas HCl di atas serbuk besi panas, dengan mereduksi FeCl_3 dengan Fe dalam tetrahidrofuran, atau dengan merefluks FeCl_3 dalam klorobenzena. Ferriklorida anhidrat diperoleh dengan melewatkan gas HCl di atas serbuk besi panas, dengan mereduksi FeCl_3 dengan Fe dalam tetrahidrofuran, atau dengan merefluks FeCl_3 dalam klorobensen. Ferriklorida cukup mudah terhidrolisis dalam udara lembab. Ferriklorida larut dalam eter dan dalam pelarut polar lainnya [6].

Logam besi sering digunakan sebagai katoda pada anodisasi karena nilai potensial yang dimilikinya, (hal ini disesuaikan dengan potensial dari anoda yang digunakan). Apabila katoda dan anoda sudah dihubungkan dengan sumber arus dari luar akan terjadi reaksi oksidasi-reduksi yang juga melibatkan media elektrolit yang berperan dalam proses tersebut. Reaksi yang terjadi pada katoda adalah reaksi reduksi, persamaan reaksi dapat dituliskan [23]:



Besi pada saat digunakan sebagai katoda berbentuk padatan sehingga mempunyai muatan nol, sehingga reaksi yang terjadi pada katoda pada proses anodisasi, reaksi reduksi air menjadi gas hidrogen dan ion hidroksil [23].

2.2.3. Pengaruh tegangan pada anodisasi

Selain jenis katoda dan jenis elektrolit berbagai faktor juga cukup berpengaruh terhadap karakter lapisan oksida. Beberapa parameter yang akan dipengaruhi adalah ukuran pori, ketebalan lapisan dan kekerasan. Adapun faktor dari kondisi anodisasi yang turut berpengaruh adalah densitas arus, tegangan, temperatur dan lama anodisasi [5].

Tegangan yang diberikan sesungguhnya berhubungan secara linier dengan rapat atau densitas. Saat tegangan diubah dengan sendirinya rapat arus juga akan berubah. Ketebalan lapisan oksida aluminium dan dinding sel yang terbentuk berbanding lurus dengan tegangan yang diberikan, namun jika tegangan terlalu tinggi sebagian lapisan yang terbentuk akan mengalami kerusakan. Peningkatan tegangan akan meningkatkan diameter pori dan jarak antar pori pada lapisan aluminium oksida yang terbentuk. Tegangan dan larutan elektrolit bekerja saling melengkapi, untuk larutan elektrolit yang rendah digunakan tegangan yang tinggi begitu pula sebaliknya [24].

2.3. Metoda Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

Metode spektrofotometri serapan atom berprinsip pada absorpsi cahaya oleh atom. Atom-atom menyerap cahaya pada panjang gelombang (λ) tertentu, tergantung pada sifat unsurnya [16].

Pada analisis logam, sampel diatomisasi pada *atomizer* melalui nyala api dengan bahan bakar asetilen murni. Temperatur

harus terkendali, sehingga ionisasi dapat dihindari kerana temperatur yang tinggi. Bahan bakar dan gas oksidator dimasukkan dalam kamar pencampur kemudian dilewatkan melalui *baffle* menuju ke pembakar sehingga menghasilkan nyala. Intensitas cahaya yang diserap dapat terukur oleh detektor, dan akan berbanding lurus dengan konsentrasi atom logam yang akan diukur, pengukuran pada sampel Cr(VI) dengan menggunakan AAS, panjang gelombang diatur pada 357,9 nm [16].

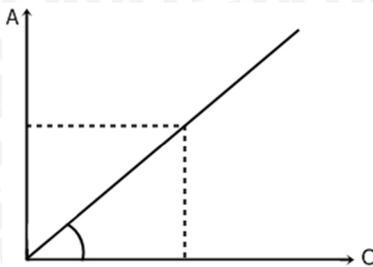
Sampel yang sudah teratomisasi kemudian mengadsorpsi radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan dari lampu katoda (*hollow cathode lamp*). Lampu katode ini bersifat spesifik untuk setiap unsur. Terjadinya adsorpsi cahaya oleh logam mengakibatkan terjadinya eksitasi elektron pada panjang gelombang tertentu. Emisi radiasi yang dihasilkan, kemudian dilewatkan pada monodikromator dan selanjutnya menuju detektor menghasilkan respon yang terbaca sebagai absorbansi [17].

Metoda Spektrofotometri Serapan atom merupakan aplikasi dari hukum Lambert-Beer yakni, absorbansi berbanding lurus dengan konsentrasi zat yang menyerap dan panjang lintasan radiasi dalam medium. Hukum Lambert Beer dapat ditulis sebagai berikut [25]:

$$A = \epsilon \cdot b \cdot C \quad (2.13)$$

- Ket.: A = Absorbansi
 ϵ = Absorpsivitas molar yang dipengaruhi jenis senyawa/unsur dan panjang gelombang
b = Panjang lintasan cahaya yang melewati sampel
C = Konsentrasi

Pengukuran yang biasa digunakan pada analisis sampel dengan menggunakan AAS salah satunya metode kurva kalibrasi standar dengan membuat kurva antara konsentrasi larutan standar (sebagai absis) lawan absorbansi (sebagai ordinat) di mana kurva tersebut berupa garis lurus. Kemudian dengan cara menginterpolasikan absorbansi larutan sampel ke dalam kurva standar tersebut dan akan diperoleh konsentrasi larutan sampel [25].



$$A = \epsilon \cdot b \cdot C$$

$$\text{tg } \alpha = \epsilon \cdot b$$

ket.: A = absorbansi
C = konsentrasi

Gambar 2.1. Kurva kalibrasi [25].

2.4. Hipotesis

1. Limbah cair anodisasi dapat digunakan sebagai media larutan elektrolit pada pembentukan lapisan Al_2O_3 .
2. Semakin besar tegangan yang digunakan maka semakin banyak lapisan Al_2O_3 yang terbentuk.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan waktu Penelitian

Penelitian dilakukan selama 3 (tiga) bulan di Laboratorium Kimia Fisik, Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya.

3.2 Bahan Penelitian dan Bahan Kimia

Bahan penelitian berupa limbah dari bilasan pada proses anodisasi dan aluminium. Bahan-bahan kimia yang digunakan adalah etanol 96%,aseton, asam klorida (HCl p.a.) 37% bj 1.19g/ml, kalium dikromat p.a. ($K_2Cr_2O_7$), barium klorida p.a.($BaCl_2$), NaOH p.a., akuades.

3.3 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: seperangkat alat gelas, satu set multimeter Kleinsp Annugs-Net zgerat 667815, katoda besi (Fe), amplas, Spektrofotometer Serapan Atom Shimadzu AA 6200, pH meter (InoLab), gunting baja, gergaji, kertas saring, tissue.

3.4. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu:

1. Preparasi alat dan bahan
2. Preparasi larutan limbah dari proses anodisasi aluminium
3. Identifikasi ion sulfat dalam limbah untuk proses anodisasi
4. Preparasi logam sebagai anoda dan katoda
5. Proses anodisasi aluminium
6. Adsorpsi dan desorpsi ion dikromat oleh lapisan Al_2O_3
7. Penentuan kadar krom (Cr) dengan menggunakan metode spektrofotometri serapan atom (SSA)
8. Analisis hasil dan analisis data.

3.5. Prosedur Penelitian

3.5.1. Preparasi limbah dari proses anodisasi aluminium

Limbah proses anodisasi aluminium yang diperoleh disaring menggunakan kertas saring agar pengotor dan endapannya terpisah dari larutannya.

3.5.2. Identifikasi ion sulfat dalam limbah untuk proses anodisasi

Limbah sebanyak 100 mL dimasukkan ke dalam Erlenmeyer kemudian dititrasi menggunakan larutan BaCl_2 1 M sampai terbentuk endapan.

3.5.3. Preparasi logam untuk anoda dan katoda

Aluminium alloy, berbentuk pipa, dipotong dengan panjang 6 cm menggunakan gergaji dan disiapkan sebagai anoda. Lempeng besi (Fe) berukuran panjang 6 cm dan lebar 1 cm digunakan sebagai katoda. Sebelum dilakukan anodisasi, terlebih dahulu potongan di gosok dengan amplas *water roff* 1000 kemudian dicuci dengan akuades. Selanjutnya aluminium dicuci dengan larutan HCl 2 M, etanol dan aseton lalu dikeringkan dalam oven pada suhu $100\text{ }^\circ\text{C}$ selama 2 menit.

3.5.4. Proses anodisasi aluminium

Limbah proses anodisasi aluminium sebanyak 80 mL dimasukkan dalam beaker glass 100 mL, kemudian anoda aluminium dan katoda besi dimasukkan. Posisi kedua elektroda diatur dengan jarak sekitar 5 cm, dan dihubungkan dengan sumber arus pada tegangan 2 volt, rangkaian alat diberikan pada lampiran D. Untuk arus positif dialirkan pada anoda sedangkan untuk katoda di alirkan arus negatif. Anodisasi dilakukan selama 60 menit. Setelah proses anodisasi selesai elektroda dibiarkan kering pada suhu kamar.

Percobaan yang sama diulang dengan mengubah tegangan dari 2 volt menjadi 20 volt.

3.5.5 Adsorpsi dan desorpsi ion dikromat oleh lapisan Al_2O_3

Adsorpsi dilakukan dengan cara merendam aluminium hasil anodisasi dalam 100 mL larutan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ yang telah disiapkan dalam

beaker glass 250 mL. Tahap ini dilakukan selama 10 menit. Kemudian dilanjutkan dengan proses desorpsi menggunakan larutan NaOH 3 M. Hal ini dilakukan dengan cara merendam aluminium dalam tabung reaksi yang telah berisi 5 mL larutan NaOH. Pada proses ini lapisan Al_2O_3 yang telah terbentuk akan meluruh sehingga ion dikromat juga akan larut.

Selanjutnya larutan hasil desorpsi disiapkan untuk analisis secara spektrofotometri serapan atom dengan cara ditambah larutan HCl 1:1.

3.5.6 Penentuan kadar ion krom (Cr) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

Larutan yang didapatkan diukur absorbansinya dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA), dari hasil yang didapatkan ditentukan nilai Konsentrasi dari Cr.

3.6. Analisa hasil dan Analisis Data

Penentuan persamaan regresi linier dari kurva baku menggunakan hubungan konsentrasi dengan absorbansi, dengan persamaan :

$$y = a \cdot x$$

keterangan : y = absorbansi
 x = konsentrasi

Nilai a dihitung dengan persamaan :

$$a = \frac{\sum xy}{\sum x^2}$$

Sedangkan koefisien korelasi ditentukan dengan persamaan :

$$R^2 = \frac{\sum XY}{\sqrt{\sum X^2 \sum Y^2}}$$

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Preparasi dan Identifikasi Ion Sulfat dalam Limbah Cair

Limbah cair anodisasi, merupakan limbah cair dari proses pembilasan yang dilakukan pada tahapan-tahapan dalam proses anodisasi. Berbagai komponen dimungkinkan terdapat dalam limbah sehingga jika akan digunakan diperlukan perlakuan awal. Pada penelitian ini perlakuan yang utama adalah penyaringan menggunakan kertas saring untuk memisahkan kotoran yang tersuspensi dalam limbah. Media yang digunakan sebagai sumber limbah kemungkinan besar adalah asam sulfat, karenanya untuk memastikan dilakukan identifikasi adanya ion sulfat dengan menggunakan larutan BaCl_2 , hingga terbentuk endapan BaSO_4 . Reaksi utama yang terjadi ditunjukkan dalam persamaan 4.1:



4.2 Proses Anodisasi

Anodisasi pada penelitian ini dilakukan untuk aluminium alloy berbentuk pipa, sebagai anoda dan katoda besi berbentuk lempeng, yang telah mengalami perlakuan awal. Baik aluminium maupun besi keduanya memiliki panjang 5 cm. Perlakuan awal, yakni pembersihan mencakup penghalusan permukaan menggunakan amplas, pencucian dengan air dilanjutkan dengan HCl 2 M, aseton dan etanol. Diharapkan perlakuan ini akan mampu menghilangkan lapisan oksida yang telah ada sebelumnya [18].

Kedua elektroda ditempatkan dalam wadah yang telah berisi 80mL limbah cair dengan jarak 5 cm dan dihubungkan dengan sumber tegangan 2 volt. Anodisasi dilakukan dengan menghubungkan aluminium pada kutub positif sedangkan katoda besi dengan kutub negatif dan berlangsung selama 60 menit. Secara lengkap rangkaian alat diberikan pada Lampiran D. Anodisasi ini juga dilakukan untuk tegangan 20 volt.

Selama anodisasi berlangsung, dalam media terlihat adanya pembentukan gelembung, baik pada bagian anoda maupun katoda. Ukuran gelembung yang terbentuk pada anoda aluminium tampak lebih besar dibandingkan yang terjadi pada katoda besi.

Kemungkinan pada anoda terbentuk gas O_2 sedangkan pada katoda gas H_2 .

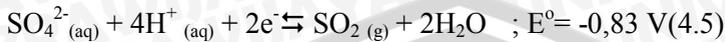
Anodisasi termasuk dalam proses elektrolisis, yakni proses yang melibatkan suatu reaksi kimia, terjadi pada elektroda yang tercelup dalam elektrolit, saat tegangan diterapkan pada elektroda [20]. Pada anoda, yang bermuatan positif, akan terjadi oksidasi sedangkan pada katoda, bermuatan negatif, terjadi reaksi reduksi. Reaksi yang dimungkinkan terjadi pada anoda adalah oksidasi aluminium atau reaksi terhadap komponen dari elektrolit yang memiliki muatan negatif atau air. Sebaliknya pada katoda, lebih besar kemungkinan terjadi reaksi untuk komponen dalam elektrolit. Hal ini disebabkan sebagai katoda digunakan logam besi. Meskipun logam besi bersifat reaktif, namun peranannya sebagai katoda menyebabkan logam besi akan mengalami reaksi reduksi. Pada kondisi ini, besi yang memiliki bilangan oksidasi 0 (nol) tidak mungkin berubah menjadi negatif, terlebih standar potensial reduksi untuk besi bernilai $-0,44$ volt, sehingga terjadi reaksi sebaliknya. Dengan demikian logam besi dibuat menjadi inert dan hanya berperan sebagai konduktor bagi transport elektron.

Beberapa reaksi yang mungkin berlangsung pada katoda adalah reaksi reduksi air atau komponen bermuatan positif. Pada persamaan 4.2 dan 4.3 diberikan kedua jenis reaksi tersebut.



Reaksi yang paling mungkin berlangsung dipengaruhi oleh nilai dari potensial reduksi senyawa yang berada pada sisi katoda. Semakin positif potensial maka semakin besar kemungkinan berlangsungnya reaksi. Atas dasar hal ini maka pada katoda besi akan berlangsung reaksi reduksi ion H^+ yang berasal dari limbah cair elektrolit asam sulfat, H_2SO_4 , dengan melepaskan gas hidrogen.

Adapun pada aluminium sebagai anoda akan terjadi reaksi oksidasi. Anoda aluminium yang dialiri tegangan eksternal menyebabkan anoda bermuatan positif apabila dihubungkan dengan katoda. Hal ini menyebabkan ion-ion bermuatan negatif mengalir ke anoda untuk dioksidasi. Beberapa reaksi yang mungkin berlangsung beserta harga potensial standarnya diberikan pada persamaan 4.4.hingga 4.6.



Meskipun reaksi (4.5) melibatkan muatan negatif, namun posisinya pada anoda menyebabkan reaksi ini tidak mungkin terjadi. Oleh karena itulah maka reaksi yang paling dominan adalah reaksi (4.4). Reaksi keseluruhan yang mungkin berlangsung pada anoda adalah (4.4) dan (4.6) karena total potensial keduanya akan memberikan harga + 0,43 V. Oleh karena itulah pada anoda akan terbentuk gas oksigen.

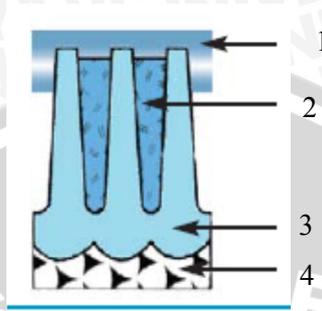
Setelah proses anodisasi selesai, elektroda aluminium dibiarkan kering pada suhu kamar. Pengamatan pada anoda menunjukkan timbulnya lapisan serta sedikit bercak hitam menyerupai pori. Timbulnya pori-pori atau noda hitam diduga akibat adanya lapisan Al_2O_3 yang telah terbentuk kembali larut karena adanya ion H^{+} dari media.

Mekanisme terbentuknya lapisan Al_2O_3 dapat diperkirakan dari dua fenomena. Fenomena pertama adalah gas oksigen yang terbentuk pada anoda akibat elektrolisis air menyebabkan aluminium mengalami reaksi oksidasi menjadi Al_2O_3 . Kemungkinan mekanisme kedua adalah air dalam media mengalami disosiasi menjadi ion H^{+} dan O^{2-} , kemudian oksigen akan bereaksi dengan ion Al^{3+} yang terbentuk karena oksidasi kemudian larut dalam media. Sebagai hasilnya diperoleh lapisan Al_2O_3 .

Namun secara keseluruhan yang terjadi ditunjukkan pada persamaan 4.7 :



Adapun perkiraan lapisan yang terbentuk diberikan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Ilustrasi permukaan aluminium hasil anodisasi[25]

Keterangan Gambar:

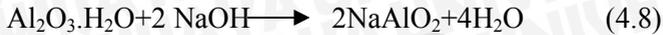
- 1 : larutan elektrolit
- 2 : layer yang terbentuk dari proses anodisasi
- 3 : lapisan aluminium oksida
- 4 : logam aluminium

4.3 Adsorpsi dan Desorpsi Ion Dikromat oleh Lapisan Al_2O_3

Setelah proses anodisasi selesai belum dapat ditentukan keberhasilannya, keberhasilan dapat ditentukan secara kualitatif dengan melakukan adsorpsi dikromat oleh lapisan Al_2O_3 . Adsorpsi merupakan gejala tertariknya molekul yang terjadi di permukaan [22]. Adsorpsi dikromat dilakukan dengan merendam aluminium dalam 100 ml larutan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ selama 10 menit. Jumlah ion Cr^{6+} yang terserap oleh lapisan Al_2O_3 dipakai sebagai patokan dalam penentuan keberhasilan anodisasi aluminium.

Ion dikromat yang teradsorpsi menempel pada layer-layer yang terbentuk dari aluminium oksida. Sehingga layer yang kosong tersebut berisi dikromat. Larutan kalium dikromat yang berwarna orange membuat logam aluminium yang telah direndam berwarna kekuningan.

Adapun desorpsi dilakukan untuk melepaskan kembali ion dikromat untuk selanjutnya dilakukan analisis secara spektrofotometri. Pada percobaan ini desorpsi dilakukan dengan menggunakan larutan NaOH 3 M. Desorpsi dengan larutan NaOH ini mengakibatkan lapisan Al_2O_3 terlarut sehingga ion Cr^{6+} bisa terlepas. Al_2O_3 akan bereaksi membentuk aluminat dengan H_2O sesuai reaksi 4,8



Hasil pelarutan diasamkan sampai pH 1 dengan penambahan 1:1 yang bertujuan untuk mencegah terjadinya penguraian ion $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ menjadi ion CrO_4^{2-} penguraian ini terjadi pada pH netral dan basa akibat terjadinya proses kesetimbangan. Selain itu, metode yang digunakan dalam penentuan ion krom menggunakan spektrofotometri serapan atom. Dalam metode tersebut spesi sulit teramati jika terbentuk dalam oksidanya, oleh sebab itu perlu dilakukan pengasaman.

4.4 Pengaruh Tegangan terhadap Pembentukan Lapisan Al_2O_3

Hasil analisis ion dikromat yang teradsorpsi pada percobaan ini dijadikan tolak ukur banyaknya Al_2O_3 yang terbentuk. Tegangan yang digunakan pada penelitian ini adalah 2 dan 20 volt. Hasil yang diperoleh dirangkum pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Konsentrasi Ion Dikromat yang Teradsorpsi Pada Al_2O_3 Hasil Anodisasi untuk Tegangan 2 dan 20 Volt

Tegangan (V)	Ulangan	Konsentrasi (ppm)	Konsentrasi rata-rata (ppm)
2	1	0,1527	0,1277±0,0361
	2	0,0863	
	3	0,1440	
20	1	0,5044	0,3518±0,1518
	2	0,2005	
	3	0,3505	

Merujuk Tabel 4.1, dapat diketahui bahwa limbah dapat digunakan kembali untuk proses anodisasi aluminium. Hal ini terbukti dari adanya ion dikromat yang dapat terserap. Kemungkinan ion-ion ini akan terserap pada celah yang diduga memiliki ukuran pori tertentu. Celah ini dapat terbentuk karena adanya sebagian lapisan Al_2O_3 yang meluruh karena pengaruh asam dari media elektrolit.

Adapun pengaruh tegangan memberikan hasil lebih baik jika digunakan tegangan lebih besar. Meskipun dengan peningkatan tegangan 10 kali jumlah ion dikromat yang teradsorpsi hanya 3 kalinya. Celah yang ditimbulkan pada proses anodisasi aluminium menggunakan tegangan 20 volt lebih kecil dibandingkan dengan tegangan 2 volt, pori-pori yang lebih kecil memberikan luas permukaan kontak yang lebih luas dibandingkan celah lebar sehingga menyebabkan daya serap yang lebih besar.

Meskipun ketebalan lapisan Al_2O_3 dapat dipengaruhi oleh tegangan tetapi pada percobaan ini belum dilakukan analisis ketebalan karenanya tolok ukur lebih didasarkan pada jumlah yang terbentuk.



BAB V PENUTUP

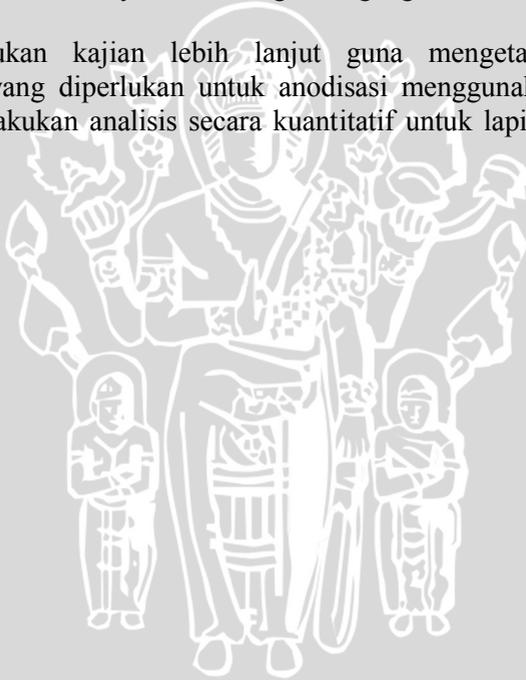
5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Limbah cair anodisasi dapat digunakan kembali sebagai media elektrolit
- Penggunaan tegangan 20 volt menghasilkan pembentukan lapisan Al_2O_3 lebih banyak dibandingkan tegangan 2 volt.

5.2 Saran

Perlu dilakukan kajian lebih lanjut guna mengetahui tegangan optimum yang diperlukan untuk anodisasi menggunakan limbah cair serta dilakukan analisis secara kuantitatif untuk lapisan Al_2O_3 yang terbentuk.



DAFTAR PUSTAKA

- [1]Rukaesih, A., 2004, **Kimia Lingkungan**, Penerbit Dani, Yogyakarta
- [2] Belwalkar, A., E. Grasing, W. V. Geertruyden, Z. Huang, dan W. Z. Misiolek, 2008, **Effect of processing parameters on pore structure dan thickness of anodic aluminum oxide (AAO) tubular membranes**, *Journal of Membrane Science* 319: 192-198
- [3]Rita G. B., 2011, "**Anodizing Aluminium**", *J.Chem..Educ.* 268.
- [4] Miessler, G.L. dan Tarr, D.A, 2004, **Inorganic Chemistry**, John Wiley dan Sons, New York
- [5]Gazapo dan Gea, 1994, "**Anodizing of Aluminum** ", TALAT Lecture 5203" advanced level" European Aluminum Association
- [6]Cotton F. A., dan G. Wilkinson, 1989, **Kimia Anorganik Dasar**, UI-Press, Jakarta
- [7]Pettruci. R.H., 1999, **Kimia Dasar Prinsip Dan Terapan Modern. Edisi Ke-4, Jilid III**, Erlangga, Jakarta
- [8] Seymour G., J. G. Epstein, dan K.P. Pollak, 2010, **Aluminum Dan Its Alloys**, The Aluminum Association, Inc., Washington, D.C., diakses tanggal 2 November 2010
- [9]Atkins, P.W., 2000, **Kimia Fisik Edisi 4**, Erlangga, Jakarta 334
- [10]Brian, B. L, 2009, **University Chemistry**. Mc Graw-Hill, New York, p.663
- [11]Hou, K., J.P. Tu, dan X.B. Zhang, 2002., **Preparation of porous alumina film on aluminum substrate by anodization in oxalic acid**, *Chinese Chemical Letters* 13: 689-692
- [12]Mutholib, A., 2006, **Elektroplating Dekoratif Protektif dengan Kapasitas Larutan Elektrolit Nikel 20L dan Krom 10L**, Program Studi D3, Teknik Mesin, Universitas Diponegoro, Semarang

- [13]J.C. Hecker, Jr., 2010,**Anodizing Aluminum**,Aluminum Consultants Madison, Wisconsin,diakses tanggal 2 November 2010
- [14]BU Pigments, 2009,“**The Dyeing of Anodized Aluminium**”, Clariant International Ltd.,<http://www.anodizing.clariant.com>, diakses tanggal 17 Agustus 2010
- [15]Alarcon, L. F., 1997, **Training Field Personnel to Identify Waste dan Improvement Opportunities in Lean Construction**, The Netherldans, Rotterdam
- [16]Vogel, 1994, **Kimia Analisis Kuantitatif Anorganik**,EGC,Publisher, Jakarta
- [17]Khopkar, S.M., 2003, **Konsep Dasar Kimia Analitik**,UI. Press, Jakarta
- [18]Terry,1994,**Aluminium Surface Pretreatment**, TALAT Lecture 5201" advanced I"European Aluminum Association
- [19]Lyons,2010,**The LCD Anodizing System**, <http://caswellplating.com/copyright> 2003 Caswell Inc., diakses tanggal 2 November 2010
- [20]Runge, J., A.Pomis, 2010,“**Anodic Oxide Film Formation: Relating Mechanism to Composition dan Structure**”, Proceedings of the AESF SUR/FIN 2000 Technical Conference, AESF, June 2000, diakses tanggal 2 November 2010
- [21]Butler, E. McAlpine dan G.E.Thompson, 2007, **Novel Materials dan Products From Anodised Aluminium**, APT ALUMINIUM - Process & Product Technology
- [22]Mulyono, 2006, **Kamus Kimia**, Bumi Aksara, Jakarta
- [23]Lukismanto,Andri., A.F. Assomadi, 2012, **Aplikasi Elektrokoagulasi Pasangan Elektrodabesi Untuk Pengolahan Air Dengan Sistem Kontinyu**, FTSP-ITS, diakses tanggal 18 juli 2012
- [24]R. Hutasoit, Martino, 2008, **Pengaruh penambahan konsentrasi asam oksalat terhadap ketebalan lapisan**

oksida pada aluminium foil hasil proses anodisasi, *skripsi*,
Program studi Teknik Metalurgi dan Material, Fakultas
Teknik, Universitas Indonesia

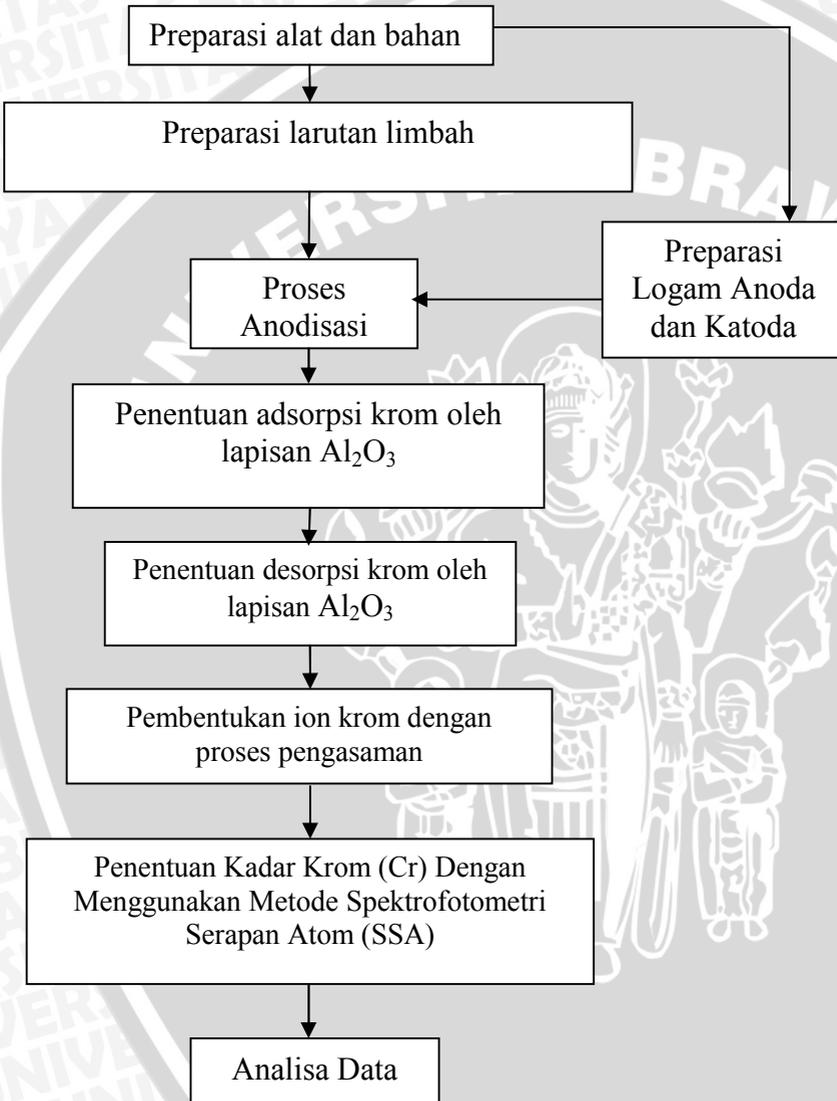
[25]Tim Penyusun Penuntun Praktikum Instrumen, 2009, **Penuntun
Praktikum Instrumen**, Polnes, Samarinda

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LAMPIRAN

A. Tahapan Penelitian



B. Pembuatan Larutan Dan Perhitungan Konsentrasi

B.1 Pembuatan larutan BaCl₂ 1M

$$\begin{aligned}\text{Mol BaCl}_2 &= M \times V \\ &= 1M \times 0,1 \text{ L} \\ &= 0,1 \text{ mol}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa BaCl}_2 &= \text{mol} \times \text{Mr} \\ &= 0,1 \text{ mol} \times 200 \text{ g/mol} \\ &= 20 \text{ g}\end{aligned}$$

Untuk pembuatan larutan BaCl₂ 2 M 100 mL, maka ditimbang padatan BaCl₂ sebanyak 20 gram dan dilarutkan dalam gelas beker. Kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan diencerkan dengan akuades sampai tanda batas.

B.2 Pembuatan Larutan Kalium Dikromat 0.05 M

$$\begin{aligned}\text{Mol K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 &= M \times V \\ &= 0.05 \text{ M} \times 1\text{L} \\ &= 0.05 \text{ mol} \\ \text{ppm K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 &= 50 \text{ ppm} \\ \text{Massa K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 &= \text{mol} \times \text{Mr} \\ &= 0.05 \text{ mol} \times 298.14 \text{ g/mol} \\ &= 14.7 \text{ g}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa Cr dalam padatan} &= \frac{\text{Ar Cr}}{\text{Mr K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \times \text{Massa K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \\ &= \frac{52 \text{ gr/mol}}{298 \text{ gr/mol}} \times 14,7\text{gr} \\ &= 2.6 \text{ gr}\end{aligned}$$

$$\text{Ppm Cr dalam 1 L} = \frac{2.6 \text{ g}}{1 \text{ L}}$$

$$= 2600 \text{ ppm}$$

Untuk pembuatan larutan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0.05 M 1 L, maka ditimbang padatan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ sebanyak 14.7 gram dan dilarutkan dalam gelas beker. Kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 1 L dan diencerkan dengan akuades sampai tanda batas.

B.3. Pembuatan Larutan Kerja Kalium Dikromat dengan $[\text{Cr}^+]$ 5 ppm

$$\text{Konsentrasi } \text{Cr}^{2+} = 5 \text{ ppm}$$

$$\text{Masa } \text{Cr}^{2+} = 5 \text{ mg}$$

$$\text{Masa } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 = \frac{\text{Masa } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}{\text{Ar Cr}} \times 0,005 \text{ gr}$$
$$= 0.028 \text{ gr}$$

Untuk pembuatan larutan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ dengan konsentrasi Cr^{2+} 5 ppm 1000 mL, maka ditimbang padatan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ sebanyak 0.028 gram dan dilarutkan dalam gelas beker. Kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan diencerkan dengan akuades sampai tanda batas.

B.4. Pembuatan Larutan NaOH 3M

$$\text{Mol NaOH} = M \times V$$
$$= 3\text{M} \times 0,1 \text{ L}$$
$$= 0,3 \text{ mol}$$

$$\text{Masa NaOH} = \text{mol} \times \text{Mr}$$
$$= 0,3 \text{ mol} \times 40 \text{ g/mol}$$
$$= 12 \text{ g}$$

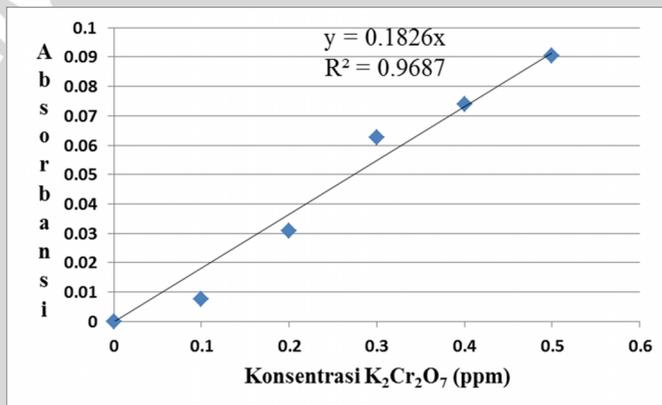
Untuk pembuatan larutan NaOH 3 M 100 mL, maka ditimbang padatan NaOH sebanyak 12 gram dan dilarutkan dalam gelas beker. Kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan diencerkan dengan akuades sampai tanda batas.

C. Data Hasil Penelitian

C.1 Perhitungan Kurva Baku Kalium Dikromat Menggunakan SSA

Table C.1 Data Hasil Absorbansi Kurva Baku Kalium Dikromat

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0.1	0.0075
0.2	0.0307
0.3	0.0627
0.4	0.0739
0.5	0.0903



Gambar C.1 Kurva Baku Kalium Dikromat

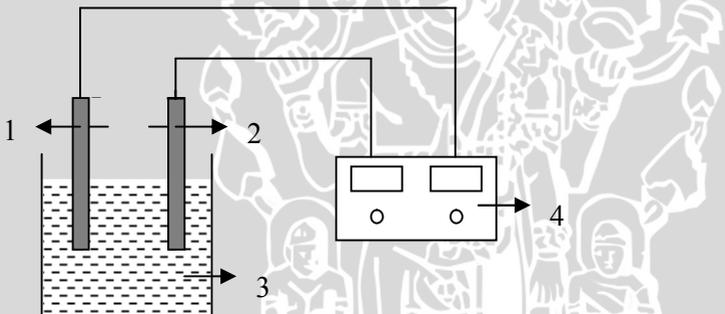
C.2 Data Pengukuran Kadar Krom

Perhitungan kadar krom dihitung berdasarkan persamaan kurva baku yang telah didapatkan sebelumnya. Pada hasil pengukuran absorbansi larutan sampel diperoleh data sebagai berikut:

Tabel C.2 .1 Hasil Pengukuran Absorbansi Krom dan Penentuan Konsentrasi Ion Cr Pada Penggunaan Katoda Fe

Perlakuan		A	C (ppm)	Rata-rata
Tegangan (V)	ulangan			
2	1	0.0278	0.1522	0.127233±0.035 973
	2	0.0157	0.086	
	3	0.0262	0.1435	
20	1	0.0918	0.5027	0.350667±0.151 404
	2	0.0365	0.1999	
	3	0.0638	0.3494	

D. Skema Alat



Gambar D.1 Skema Alat

Keterangan Gambar D.1 :

1. Katoda besi, panjang 6cm
2. Anoda Aluminium, panjang 6cm
3. Media elektrolit, limbah cair anodisasi
4. Power supply, dengan arus yang digunakan 2 volt dan 20 volt

